Gerencia Logística

Estrategia y análisis en la cadena logística

Gerencia Logística

Estrategia y análisis en la cadena logística

Alejandro Rozo Villegas



Rozo Villegas, Alejandro
Gerencia logística: estrategia y análisis en la cadena logística /Alejandro Rozo Villegas.
Medellín: Centro Editorial Esumer, 2014
112 p.
ISBN 978-958-8599-71-7
1. INVENTARIOS 2.CONTROL DE INVESTARIOS 3. CONTROL DE LA PRODUCCIÓN 4 ALMACENES GENERALES DE DEPÓSITO 5. ANALISIS DE COSTOS 6. INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ESUMER
SCDD 658.78 Biblioteca Esumer

Gerencia Logística: estrategias y análisis en la cadena logística

ISBN 978-958-8599-71-7

Centro Editorial Esumer, 2014

Rector
John Romeiro Serna Peláez

Decano Facultad de Estudios Internacionales
José Albán Londoño Arias

Editora
Diana Alejandra Londoño Pulgarín
diana.londono16@esumer.edu.co

Entidad Editora
Centro Editorial Esumer

Portada
Anderson Echavarría Severino

Diagramación
Facultad de Estudios Internacionales
Impresión
Editorial L.Vieco S.A.S.
comercial@lvieco.com

Publicado y hecho en Colombia
Printed in Colombia

Institución Universitaria Esumer
Calle 76 No. 80-26, Carretera al Mar
Teléfono: (57) (4) 4038130

www.esumer.edu.co
Medellín, Colombia

Contenido

1. INTRODUCCIÓN

La globalización es una tendencia, que conlleva al entrecruzamiento de procesos y funciones en las empresas y sus sectores. Por esto, en la actualidad, los empresarios han venido trabajando, fundamentalmente, en la competitividad a través de la disciplina logística, donde a partir de la selección de estrategias enfocadas en la cadena se estructuren organizaciones de talla o carácter mundial.

Este texto guía permitirá profundizar en los saberes propios de esta disciplina y reconocer las bases para la sostenibilidad a lo largo del tiempo a través de la administración de procesos, flujos y recursos, con el fin de cumplir cada una de las promesas de venta o servicio, sin importar la ubicación geográfica que los clientes pero a unos costos razonables.

La logística, incluye las actividades que se requieren para mover un producto o información desde un punto de origen hasta un punto final y entre integrantes de una cadena, mientras que las "cadenas de suministro" o "cadena Logística" o "Supply Chain" son redes que sirven como vía para realizar el comercio integrando a proveedores, productores y a sus distribuidores bajo un adecuado nivel de servicio por medio de una información eficiente, efectiva, relevante y perdurable para los clientes (Ballou, 2010). De este modo, la Administración logística tiene por objetivo, la administración de dichos procesos y la Gerencia Logística Integral o Supply Chain Management, de las estrategias para hacerlo integral (Bowersox et al., 2012).

Por esto, el Gerente de la cadena logística o "supply chain management" cuenta con tres direcciones estratégicas: La dirección integral del aprovisionamiento, del almacenamiento y del transporte y la distribución.

Así, la función del Gerente logístico es integral y completamente estratégica. Su principal objetivo es trabajar con su equipo, Gerencia General y Directores para maximizar el nivel de servicio al cliente, garantizando el "pedido perfecto" en las en términos de plazos, cantidad y calidad acordada a unos costos razonables, contribuyendo desde la operación al desempeño y competitividad de la empresa.

De esta manera, las responsabilidades del Gerente Logístico se resumen en:

- Administra la operación logística y la adapta a la planeación estratégica de la empresa en coherencia.
- Analiza, vincula, estructura y optimiza los procesos de aprovisionamiento, almacenamiento, producción y entrega al cliente, concentrando la operación en el Nivel de servicio, y con los demás procesos misionales de la empresa.
- Asegura de Integrar las dificultades logísticas en las negociaciones con los integrantes de la cadena para lograr competitividad y con sus compañeros directores para resolverlas con sinergia.
- Supervisa la organización de los flujos internos de materiales y de los recursos en toda la operación, así como sus costos y garantiza la generación de valor.
- Acompaña y lidera los procesos de investigación, conocimiento y desarrollo en el área de operaciones.

1.1 Precedentes de la logística

Los orígenes de la logística se remonta a tiempos antiguos para la preparación de actividades militares evidenciados en el libro "arte de La guerra de Tsun Tsu", y su evolución inició principalmente por efecto de acciones bélicas hasta antes de la década de 1950, periodo en el cual la logística se encargaba del aprovisionamiento, mantenimiento y transporte de personal, insumos e instalaciones militares (Ballou, 2007).

Durante la década de los 50's y 60's los sistemas de distribución fueron poco planeados y organizados, y cada empresa se preocupaba solo por realizar bien sus actividades internas. Solo hasta la década de los 60's el concepto de distribución física fue desarrollado, y surgió no solo como la coordinación de más de una actividad asociada al envío físico de productos hacia los clientes, sino que se empezó a interrelacionar las actividades de transporte, almacenamiento, manejo de materiales y empacado. En esta época se reconoció la relación entre estas funciones logísticas, permitiendo obtener un enfoque de sistema y la perspectiva

de costos totales de la actividad industrial, logrando proveer a los clientes con mejores niveles de servicio y a menores costos.

En la década de los 70's se fortaleció el concepto de logística y de la distribución al punto en que algunas compañías la incluyeron en su estructura administrativa, produciendo cambios en la organización y en el control de la cadena de distribución (Rushton et al, 2006).

En la década de los 80's se evidencio un incremento significante en la profesionalización de las actividades logísticas y de distribución en las empresas, permitiendo realizar planificaciones más precisas y propuestas de ahorro de costos más eficientes. En esta época, el uso del computador, permitió mejorar la información y el control de las actividades logísticas y se realizó un incremento en la industria de servicios de tercera parte para la distribución de mercancías.

Para finales de los 80's y principios de los 90's se presentaron grandes avances en el uso de tecnologías de la información y se profundizo en el concepto de integralidad de las actividades logísticas, buscando de nuevo la reducción de costos y mejorando los niveles de servicio. Durante el resto de la década de los 90's el mayor hito evolutivo de la logística se dio en el sentido en que las empresas no solo se focalizaron en las actividades dentro de las organizaciones, sino que comenzó el interés por integrar aquellas relevantes por fuera de la misma; de manera que se trabajó positivamente en mejorar el flujo para proveer productos hasta el cliente final, considerando que existen varias compañías involucradas en el proceso de llevar un producto final al punto de venta y/o a los clientes, dando origen al concepto de administración de cadena logísticas (Rushton et al, 2006).

En la década del 2000 se intensifico el concepto de competitividad, y la influencia de la globalización hizo que las empresas enfrentaran grandes retos para mantener o mejorar su posición competitiva con respecto a sus competidores, ejemplo de esto son las estrategias enfocadas en incrementar la oferta de productos y profundizar esfuerzos para mejorar la rentabilidad. Los cambio en la administración de la logística permitió a muchas empresas mejorar el desempeño en sus negocios, reconociendo que trabajando en ella se logra inyectar un valor adicional a la organi-

zación, no solo en la integración de las operaciones, sino también en los efectos sobre los costos y los niveles de servicio, siendo un elemento catalizador de la competitividad empresarial (Rushton et al, 2006).

Actualmente la logística se ve como un subconjunto de la cadena logística, limitando su alcance a las fronteras de las funciones dentro de las organizaciones y encargada principalmente de una actividad administrativa con fines de planificar, implementar y controlar de manera eficiente y eficaz el flujo y el almacenamiento de materiales, información y servicios desde el punto de origen al punto de consumo, de forma que se garantice las expectativas de los clientes (Ballou, 2007 y Taylor, 2008).

Adicional a lo anterior, en la actualidad la logística no solo contempla el flujo directo desde proveedores a clientes, sino que considera los flujos inversos y el efecto que la logística tiene en el medio ambiente, de forma que se pueda mitigar el impacto ambiental ocasionado por sus operaciones, concepto que se conoce como logística inversa (reverse Logistics) y logística verde (Green Logistics). Otros conceptos logísticos de vanguardia tiene que ver con el aseguramiento de las operaciones logísticas durante la eventualidad de una situación adversa (Resiliencia), el cuidado y control de las actividades que pueden afectar el funcionamiento logístico y organizacional (Aseguramiento del riesgo logístico) y la búsqueda constante de mejorar las operaciones logísticas mediante la reducción de los desperdicios generados en las organizaciones y en las propias actividades logísticas (Logística Esbelta – Lean Logistics) (Sheffi, 2010; Zsidisin and Ritchie, 2010; Goldsby and Martichenko, 2005).

1.2 Conceptualización contemporánea de la Logística

Para definir el concepto contemporáneo de logística, es importante continuar con la concepción de origen militar; como bien lo definió Martin Van Creveld, el cual establece que la logística es "el arte de mover ejércitos y mantenerlos abastecidos"; o de una forma más detallada, como lo define el diccionario enciclopédico Webster´s, tomado de (Baudin, ,2004). Indicando que:

> *La logística es la rama de la ciencia militar y de operaciones que se hace cargo de la adquisición, suministro, mantenimiento de equipos*

> *y la hospitalización de personal; que culmina en el suministro de instalaciones y servicios, así como los demás temas relacionados.*

Sin embargo, después de la guerra del golfo Pérsico, en noviembre de 1992, William Pagonis, General de las fuerzas armadas estadounidenses, quien tuvo a cargo la logística en dicho conflicto, emitió su propio concepto de la logística como "La integración del transporte, abastecimiento, almacenamiento, mantenimiento, obtención y contratación, y automatización en una sola función que garantice la optimización en cualquiera de estas áreas, para permitir la realización total de una estrategia en particular, objetivo o misión" (Bauding, 2004).

Si bien la logística ha evolucionado en relación a las ciencias militares, su esencia y disciplina se han ajustado y aplicado a la realidad empresarial. De una manera muy directa Casanovas y Cuatrecasas (2001) definieron la logística en el marco de la realidad empresarial como:

> *El área encargada del diseño y gestión del flujo de información y de materiales entre clientes y proveedores (distribución, fabricación, aprovisionamiento, almacenaje y transporte…) con el objetivo de disponer del material adecuado, en el lugar adecuado, en la cantidad adecuada y en el momento oportuno, al mínimo coste posible y según la cantidad y servicio predefinidos para ofrecer a nuestros clientes.*

Concepto que concuerda con el pensamiento del Council of Supply Chain Management Professionals, tomado de Taylor (2008) y Ballou (2005):

> *La Gerencia Logística es la parte de la cadena logística que planea, implementa y controla de manera eficiente y efectivo el flujo directo e inverso de materiales, servicios e información relacionada, entre el punto de origen y consumo con la intensión de cumplir las exigencias de los clientes.*

De esta forma, se concluye que, contemporáneamente, la logística "está compuesta por todas las operaciones necesarias para proporcionar bienes o servicios, excepto la fabricación, transformación o la realización de dichos servicios" (Baudin. 2004).

Así, las operaciones descritas, necesarias para proporcionar bienes o servicios, son estratégicas y necesitan ser gerenciadas, como bien lo describe (Tanimoto, 2000), (Tomado de Baudin, 2004) al definir "*logística empresarial*" como: "el esfuerzo de una empresa para organizar la preparación, manipulación, transporte, almacenamiento y recuperación de todo tipo de materiales y mercancías y la información relacionada para mejorar el rendimiento general y la competitividad de las organizaciones"; también lo evidencia al emplear el término "cadena de suministros " como la expansión de esos esfuerzos a proveedores, clientes o distribuidores.

De los planteamientos anteriores, en la conceptualización contemporánea de la logística se concluye que se consideran actividades logísticas a un gran número de procesos relacionados con la administración de los flujos de materiales e información que involucra la creación de beneficios de tiempo, de lugar, de cantidad, de forma y de posesión entre y dentro de las compañías y para las personas, por medio de la planeación estratégica logística, la administración de la infraestructura y la administración de los procesos y recursos.

1.3 La Gerencia Logística Integral

A partir de la revisión bibliográfica anterior, definimos la logística como:

> "Aquella parte de la cadena logísticas que administra de forma eficaz y eficiente el flujo directo e inverso de materiales, servicios, documentos, efectivo e información, entre el punto de origen y consumo, con la intensión de cumplir los niveles de servicio esperados por el cliente y a costos razonables en la operación".

Y la Gerencia logística integral como:

> "la administración y planeación estratégica de los procesos que integran los flujos y actividades de la cadena logística asociadas al logro de la satisfacción del cliente, a un costo razonable y bajo parámetros de calidad exigidos; a un precio adecuado y en el momento oportuno".

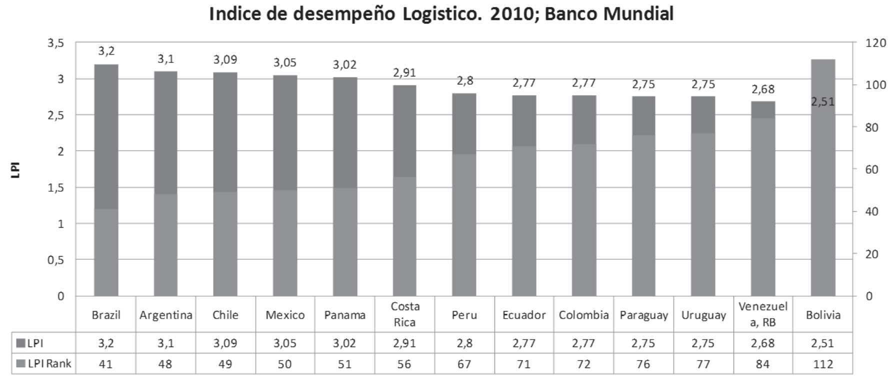
1.4 Caracterización de la logística en Colombia y su relación con la competitividad

Con respecto a Colombia, tal como se expresa en el informe nacional de competitividad 2012 – 2013 *(Concejo privado de competitividad, 2012):*

"La logística es un factor fundamental para la competitividad del país. Esta variable comprende el conjunto de métodos y medios que permiten optimizar los tiempos y costos de transporte, almacenamiento y distribución, desde la fase de suministro hasta el consumidor final"

Sin embargo, logísticamente el país presenta una brecha con varios países latinoamericanos. Según el reporte de competitividad del Foro Económico Mundial (2011) Colombia ocupo el puesto 63 por detrás de Brasil, Chile y Perú en la región; y en el 2010 el puesto 72 en desempeño logístico – LPI (logistics Performance Index); para el 2012 según el Banco Mundial (2012), el país ocupo el puesto 64 en el LPI, por detrás de Chile, Brasil, Argentina, Uruguay, Perú. Además, al analizar la posición de los países con los que se han firmado acuerdos comerciales, se denota aún más el caso, tal es la situación con países como Estados Unidos (Puesto LPI número 9), Canadá (14), Suiza (3), México (47) y aquellos en negociaciones como Corea del sur (21) y la Unión Europea (<50).

Figura 1. Comparación del LPI 2012 de Colombia y los países de la región.

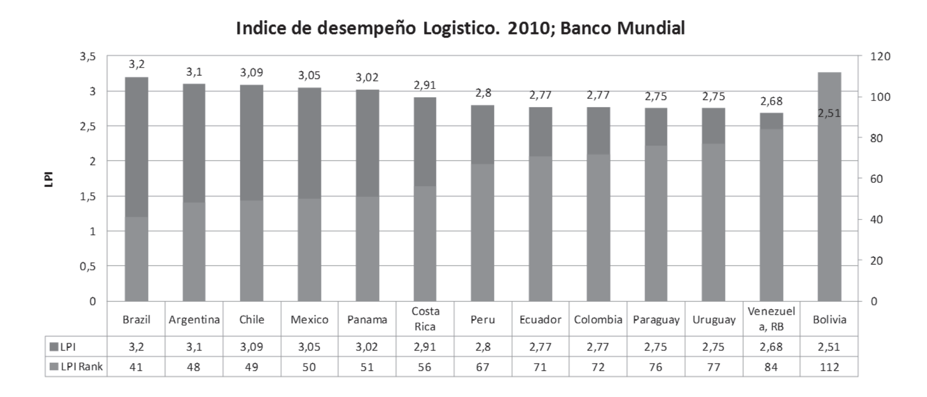


	Brazil	Argentina	Chile	Mexico	Panama	Costa Rica	Peru	Ecuador	Colombia	Paraguay	Uruguay	Venezuel a, RB	Bolivia
LPI	3,2	3,1	3,09	3,05	3,02	2,91	2,8	2,77	2,77	2,75	2,75	2,68	2,51
LPI Rank	41	48	49	50	51	56	67	71	72	76	77	84	112

Fuente: Elaboración Propia.

La figura 2 presenta la misma comparación del índice de desempeño logístico – LPI para el año 2010, lo que deja ver que la posición y el valor del indicador de Colombia mejoró del 2010 al 2012, pasando del puesto 72 al 64 con puntajes de 2.77 a 2.87 respectivamente. Sin embargo, la mayoría de los países de la región también tuvieron un avance, llevando a que en el 2012 Colombia solo haya avanzado un puesto en relación a la región en 2010, consecuencia de la perdida de desempeño de Ecuador entre estos años, lo que confirma el atraso logístico de Colombia en la región.

Figura 2. Comparación del LPI 2010 de Colombia y los países de la región:



Fuente: Elaboración Propia.

Ante esta situación, El Concejo Privado de Competitividad estableció que:

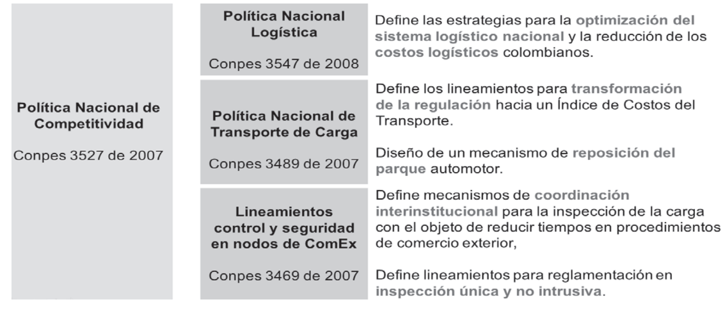
> *"(…) el bajo desempeño en este indicador (LPI) no solo es el reflejo de falencias en infraestructura, sino que también de la falta de un sector de transporte de carga eficiente y de la debilidad en el diseño de cadenas logísticas que permitan contratar envíos a precios competitivos, de la imposibilidad de hacerle trazabilidad a la mercancía; de la escasa eficiencia en los tramites de comercio exterior en los puertos y aeropuertos; de la falta de centros de almacenamiento de mercancías; y de la ausencia de corredores logísticos que integren modos de transporte; entre otros."*

En consecuencia, y de acuerdo con el Foro Económico Mundial, la competitividad del país se encuentra en el medio de los 144 países analizados (FEM, 2012). Esto principalmente deja claro que el país no es un gran competidor a nivel internacional, y se encuentra lejos de las principales economías mundiales.

De aquí la necesidad del país por mejorar el desempeño y hacer frente al mercado y al comercio mundial de tareas fortaleciendo el desempeño logístico del país que, según el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 (DNP, 2010), "movilice las capacidades endógenas territoriales de los municipios en torno a las áreas de influencia cercanas de las regiones, ya sean los municipios de alta capacidad institucional, los principales corredores de infraestructura, o las zonas de mayor desarrollo productivo". Por tal motivo, los lineamientos estratégicos del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 apuntaban a ejecutar proyectos de infraestructura de transporte y logística de gran impacto regional, como el segundo túnel de la línea, la navegabilidad de los ríos Magdalena, Putumayo, Meta y Caquetá, canales de acceso a puertos, nuevo puerto de agua dulce, consolidación de la Red Férrea del Pacífico, el tren de Carare y la consolidación de los corredores viales: Bogotá-Buenaventura, Bogotá-Cúcuta, Bogotá-Villavicencio, arterias del Llano, Conexión Sur Colombia-Ecuador, Autopista de la Montaña, trasversal de las Américas y la Ruta del Sol, entre otros.

De este modo, el cambio es estructural. La figura 3 presenta algunos documentos gubernamentales, que evidencian la importancia de inducir el Desarrollo logístico en el país.

Figura 3. Documentos gubernamentales en materia de desarrollo Logístico.



Fuente: DNP (2010)

Por ejemplo, en la Política Nacional Logística (Conpes 3547 de 2008) se observa que algunos de los objetivos fundamentales consisten en "fomentar acciones que se enfoquen en formar el capital humano, con el objetivo de que las operaciones sean seguras y eficientes, el desarrollo de mejores prácticas de contratación, provisión de servicios e integrar las TIC en la logística". Así mismo, uno de los objetivos más importantes tiene que ver con "reorganizar la estructura empresarial del transporte, profesionalizar la actividad y formar el capital humano". Para esto, el gobierno propone generar un plan nacional de capacitación en gestión de la cadena logística con las mejores prácticas en logística y transporte, pero que puede quedar corto frente a la urgencia de competitividad, por lo que los empresarios necesitan comenzar a trabajar de manera interna en este concepto.

Si bien este es el diagnostico actual, pensar en el futuro es pertinente. En la Visión Colombia al 2019, se plantearon los lineamientos que requiere el país en materia logística y comercial, con aras a potencializar la competitividad y desarrollo. En este documento es posible conocer la visión estratégica del país según los siguientes principios fundamentales en materia logística, como:

> *"En 2019, los sectores de infraestructura responderán de manera eficiente a los requerimientos del crecimiento económico y del desarrollo social y sostenible del país. Lo anterior se logrará mediante el mejoramiento del acceso de las empresas colombianas a los mercados y a los factores de producción, y la provisión eficiente de los servicios públicos, según las necesidades de la población."* (DNP. 2010).
>
> *"Para el 2019, Colombia deberá consolidar un sector transporte acorde con las necesidades del desarrollo del pais y los retos comerciales que se avecina, que cuente con mayor participación del sector privado y que funcione bajo esquemas empresariables modernos, dinamicos y eficientes"* (DNP. 2010).

Sí bien, a las puertas del 2014 el alcance de los objetivos son cuestionables y como se evidenciará más adelante la competitividad del país esta estática, la logística ha dejado de ser percibida como un concepto restringido a las organizaciones, para pasar a ser estratégica en la generación de valor para los participantes de la cadena, el accionista y

el consumidor final. El éxito no solo requiere de la ejecución de los proyectos de gran impacto a nivel nacional, como se ha expuesto, sino que también requiere el desarrollo de competencias para quienes se enfrentarán a estos cambios, así pues, como se expresa en documentos gubernamentales

> "*la logística es clave para la competitividad y eficiencia del sector empresarial, puesto que involucran la infraestructura, integra los servicios prestados a través de ella y planifica los flujos de personas y bienes que la transitan; o también puede verse como el factor de articulación entre la infraestructura física y los servicios asociados a está; lo que es claro, es que la logística busca facilitar el comercio y el transporte, variables claves para el desarrollo económico del país*".

En definitiva los conocimientos propios de la disciplina logística, le brindará al lector la capacidad de direccionar empresas hacia el mejoramiento del desempeño logístico de las organizaciones, en aras de potencializar la competitividad y el desarrollo de las mismas tanto en escenarios actuales como futuros.

1.5 Los costos Logísticos en Colombia

Tal y como lo presenta Rey (2008), los indicadores financieros son los que ayudan al Gerente logístico a gestionar los costos de los recursos asociados a los procesos de logística y de gerencia del sistema, son fácilmente cuantificables y están alineados con los indicadores financieros generales.

Los indicadores más utilizados por los Gerentes colombianos, asociados con la Gerencia logística, son el valor promedio de los inventarios, y el costo total de logística en función de las ventas; este último por lo general lo explotan en los siguientes indicadores: Costo del procesamiento de órdenes a clientes, costo de planeación de inventarios, costo del manejo de inventarios, costo del transporte y el costo del almacenamiento.

El costo total de la logística sobre las ventas es un reflejo de la magnitud de recursos utilizados en la gestión y mide el impacto de la operación sobre los resultados, Por esto es que este indicador evidencia los consumos en recursos de la empresa para las gerencias de la demanda, aprovisiona-

miento, transporte y almacenamiento en sus cuatro dimensiones: Costo de mano de obra, de espacio, de activos logísticos y de otros costos y gastos.

Según Rey (2008), el 50% de las empresas latinoamericanas representan el costo total como la suma del costo de almacenamiento y transporte y no hay inclusión de los costos por la gerencia de la demanda y del aprovisionamiento, lo que genera un serio problema estructural de los costos de operación logística.

Las empresas más eficientes en Colombia, en promedio, manejan un 4.1% sobre las ventas para soportar sus inventarios, almacenes, transporte y procesamiento de pedidos, mientras que las empresas con un desempeño bajo, gastan en promedio una cuarta parte de sus ingresos.

La investigaciones, Rey (2008), han concluido que en promedio por cada peso o dólar producido por las empresas colombianas, 18.6 centavos cubren los costos directos asociados a la logística de distribución y/o de abastecimiento. En comparación con los costos logísticos de los socios comerciales del país, se concluye que Colombia presenta en promedio el doble de los costos frente a estos países de referencia.

Para lograr la eficiencia en el costo logístico, el gerente deberá trabajar en cuatro aspectos fundamentales:

1. Procurar el crecimiento de la organización para adquirir servicios de transporte, espacios, tecnología y equipos a menor costo.
2. Procurar ofrecer productos con alto valor agregado puesto que el costo de logística por peso vendido será menor. Esto incluye la administración de los pedidos, el transporte y el almacenamiento.
3. Lograr mejores negociaciones de espacio o invertir en espacios propios. El alquiler de almacenaje anual en Bogotá o Cartagena o la zona franca del pacifico en promedio no es inferior los 350 usd.
4. Inversiones en centro de distribución: Una correlación importante consiste en que a mayor número de almacenes, menor será el costo sobre las ventas, puesto que la red logística no opera sobre un solo

punto de almacenaje. Aunque es contradictorio a la teoría de redes el alto costo del transporte en el país es que logra la correlación.

1.6 El comercio y la Logística en Antioquia:

En los últimos años, la balanza comercial Antioqueña ha mostrado la necesidad de contar con procesos logísticos eficientes que permitan incrementar la competitividad de las empresas antioqueñas a nivel nacional e internacional y de esta forma dinamizar las exportaciones, pero el éxito no solamente radica en la infraestructura como normalmente se justifica, sino también en la gerencia.

El Gerente debe comprender que existe un desbalance entre la competitividad y la infraestructura nacional. Antioquia, por ejemplo, segundo departamento con mayor competitividad en términos de infraestructura, en la historia, ha sido superado por los departamentos de Valle, Atlántico, Caldas, Risaralda y Quindío, cuyo nivel de competitividad es inferior, lo que permite adoptar la visión de mejoramiento logístico sin depender del caso infraestructura.

Este ejemplo permite dejar a un lado el concepto de infraestructura nacional y permite dimensionar la factibilidad de lograr cambios positivos en la operación desde el enfoque interno, estableciendo una clara propuesta de valor logística al identificar los recursos, las asociaciones, los canales, y las actividades clave para obtener materias primas de calidad, redefinir los procesos ,disminuir los costos laborales y operar bajo leyes flexibles al definir estratégicamente la localización de las instalaciones de fabricación y distribución; esto evitará la pérdida de mercados de origen nacional mientras que el gerente y la organización desarrollarán el conocimiento para adaptarse al ambiente altamente dinámico de los mercados internacionales, cuando el tema de la infraestructura en el país se desarrolla.

Entre el fenómeno de la globalización y la situación nacional, el libro desde un enfoque interno empresarial, permite profundizar en los conocimientos logísticos para la Gerencia, destinado un gran esfuerzo en resaltar las estrategias que satisfacen la propuesta de valor al cliente, de manera rápida, eficiente y flexible.

1.7 Tendencias de la Logística

Tal como lo estima la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD, 2012), la economía mundial seguirá creciendo y el producto interno bruto mundial se incrementará casi al doble para el año 2030, con ello se visualiza un gran incremento en el intercambio y el transporte de productos a nivel mundial. Para la región suramericana será mayor que los niveles reportados históricamente. Por ejemplo, el tráfico de comercio internacional en Suramérica se espera que tenga un fuerte crecimiento al corto plazo, producido principalmente por el intercambio comercial entre la región con estados unidos y la Unión europea (OECD, 2012).

Por esto, en la última década el conocimiento y desarrollo en la disciplina logística ha continuado su vertiginoso crecimiento conforme se ha dado el incremento de la economía mundial y el afán que tienen las organizaciones por conquistarla, basándose en el desarrollo de nuevo conocimiento y formas de operar para enfrentar el reto.

Observando la dinámica que presenta el entono de los negocios y la creciente preocupación por implementar estrategias en las organizaciones que permitan mejorar la competitividad, se presentan al Gerente las principales tendencias para la gerencia de la cadena logística: (Hameri. and Hintsa (2009); Winter, A. Knemeyer (2011); Kovacs and Spens (2011)).

- Administración del riesgo logístico.
- Consolidación del incremento de la industria prestadora de servicios logísticos.
- Eliminación de desperdicios logísticos – Lean Logísticas
- e-logística.
- Empresas virtuales.
- Externalización de servicios del proceso logístico a través de empresas prestadoras de servicios logístico (LSP's).
- Incremento del comercio Mundial

- Incremento del transporte y las instalaciones de carácter internacional en todas los modos.
- Incremento en la participación de dentro de distribución de carácter regional y nacional.
- Integración de los sistemas de información y los mecanismos de toma de decisiones.
- Intensificación del internet y el comercio electrónico.
- Interés por la logística Humanitaria ()
- Interrelación de las áreas de la organización.
- Logística inversa.
- Logística verde.
- Nuevas tecnologías de comunicación móvil (por ejemplo LTE).
- Nuevas tecnologías para operaciones físicas: Las nuevas tecnologías al servicio de la logística: RFID *(Radio Frequency Identification)*, GIS *(Geographic Information Sistem)*, GPS *(Global Positioning System), sistemas de navegación.*
- Reducción de consumo energético e impactos ambientales (Logística Verde)
- Resiliencia.
- Sistemas de colaboración y redes logísticas.
- Sistemas inteligentes de transporte.

2. LAS CINCO DIMENSIONES DE LA GERENCIA LOGÍSTICA

Para lograr la competitividad en el área, el gerente Logístico deberá aplicar sus habilidades Gerenciales a las siguientes cinco dimensiones de la logística.

2.1 Primera dimensión: Los inventarios.

- Análisis y planeación de la demanda para la previsión de los recursos.
- Selección, negociación y desarrollo de proveedores.
- La gestión de las Compras y de la cantidad de stock adecuado.
- La gestión de recepción y despacho de insumos o producto terminado.

2.2 Segunda dimensión: El Almacén.

- Análisis del perfil del almacén.
- Gestión del almacenaje y traslado de materias primas y material de empaque.
- Gestión del almacenaje de productos terminados.

2.3 Tercera dimensión: El Transporte y de la distribución física.

- Administración de la Programación del transporte
- Gestión de la entrega a los clientes.

2.4 Cuarta Dimensión: Los procesos.

- Procesamiento de Pedidos del cliente.
- Procesamiento de las órdenes al proveedor.
- Planificación del sistema.

2.5 Quinta Dimensión: El Equipo de Trabajo y las Funciones Tácticas y Estratégicas

El Gerente logístico necesita minimizar el costo del almacenamiento y al mismo tiempo, asegurar con existencia de stock el nivel de servicio al cliente establecido por la gerencia general y bajo presión del área comercial, caso que lo pondrá en una situación contradictoria. Por esto, este texto guía orientará al lector para hacer frente a este reto y brinda análisis a favor de los inventarios altos o bajos e induce a revisar las operaciones para mejorar los procesos y la planificación del recurso tanto humano como de manutención en el almacén.

Los otros retos del gerente logístico consisten en planear y llevar a cabo una operación de almacenamiento *ágil*, capaz con las altas y bajas frecuencias, altos y bajos volúmenes, *flexible* para administrar una buena cantidad de referencias y *confiable* para la empresa proveedores y clientes. El gerente deberá estar preparado para que se le pida hacer mucho con cada vez menos recursos.

En primer nivel, el Gerente debe realizar un plan estratégico en conjunto con su equipo de trabajo, e identificar en él, las estrategias para las primeras cuatro dimensiones de la logística: Inventarios, Almacén, Transporte y Procesos. Posteriormente se deberá desplegar la estrategia, apuntando siempre a los estándares exigidos, con indicadores de gestión, o por los lineamientos de la gerencia general. Para que el Gerente logístico garantice el crecimiento en el desempeño de la operación deberá también establecer referencias con sus pares para poder desarrollar planes de mejoramiento.

Por lo tanto, la importancia de un buen equipo de trabajo es fundamental. A continuación se describen los perfiles del equipo de trabajo para las operaciones logísticas así como sus funciones tácticas y estratégicas. Esto le permitirá adoptar una visión sistémica de la logística integral en las organizaciones.

2.5.1. Dirección de aprovisionamiento:

El Responsable de las operaciones de aprovisionamiento es un elemento del equipo de trabajo proactivo, organizado y flexible con orientación

comercial y excelente capacidad de negociación y de liderazgo. Este profesional naturalmente se mide a sí mismo para mejorar; se desempeña correcta y constantemente bajo presión. Para el gerente logístico, este elemento del equipo de trabajo lo ayudará a resolver oportunidades que se presenten en las operaciones de aprovisionamiento y a mantener un adecuado vínculo entre proveedores y abastecedores.

Por esto, el Gerente logístico debe dimensionar que el líder de las operaciones de aprovisionamiento le conseguirá el desempeño y la integración entre las áreas de compras, producción y ventas; habrá que trabajar de la mano con él para que continuamente él mejore los procesos para y la adecuada disponibilidad.

Otras funciones claves de este recurso son:

- Especificar las políticas de negociación con proveedores.
- Aprobar los pedidos de los abastecedores.
- Controlar la facturación.
- Realiza auditoria a proveedores por medio de indicadores
- Administra las relaciones con los abastecedores.
- Organizar el stock sobre las diferentes ubicaciones del almacén.
- Optimizar los costos de aprovisionamiento sin afectar el nivel servicio y los niveles mínimos y máximos definidos de stock. Aprueba los stocks de seguridad.

Como valor agregado para el Gerente Logístico, esta persona, le anticipa los inconvenientes que se van a presentar en la operación y establecerá mecanismos de comunicación con los clientes y proveedores para señalar las causas, definir los planes de acción y anunciar el tiempo disponible para resolverlo.

La dirección de aprovisionamiento deberá tener a su cargo la jefatura de las compras:

2.5.2. Jefatura de Compras:

Durante un tiempo la decisión de compra giraba en torno al precio; ahora, la decisión radica sobre el proveedor que acepta el encargo con especificaciones definidas, las cuales lo hacen a él más responsable en la cadena logística, pero que de igual modo lo llevan a desarrollarse y a entregar valor agregado.

Para la Dirección de aprovisionamiento, es importante saber que los Jefes de Compras les permiten tener ventajas sobre los conceptos técnicos. Así mismo, es posible que esta función se ejerza en un contexto internacional lo que le exige a este recurso ser bilingüe.

Otras funciones clave de este recurso son:

- Desarrolla las relaciones con el resto de departamentos.
- Supervisa la gestión de los stocks.
- Define la cantidad, calidad y precio, a comprar por referencia.
- Analiza las necesidades y consigue los proveedores.
- Lidera un equipo de compradores y auditores.
- Participa en las negociaciones más importantes.

2.5.3. Dirección de Almacenamiento:

Este Director, deberá ser flexible, reactivo, organizado, con grandes capacidades de análisis y síntesis, y con aptitudes de liderazgo ya que dirige y coordina varios equipos.

Este profesional es quien ayuda al Gerente logístico a mejorar la productividad y a maximizar la capacidad de reacción del almacén, pues es él, el responsable de los resultados operacionales y financieros en general. Por lo tanto, es un profesional que organiza y coordina el conjunto de las actividades de su almacén, así como la gestión de los flujos físicos de mercancías. Este elemento del equipo de trabajo es el intermediario entre la empresa, proveedores y clientes.

Otras funciones clave de este recurso son:

- Elabora y reporta los inventarios y diseña las herramientas de gestión para el mejoramiento continuo (Indicadores). Conoce perfectamente las nuevas normas y certificaciones, mejora la calidad y trabaja por el mantenimiento y seguridad de sus equipos y de las mercancías.
- Define el recurso humano y de manutención, con el fin de administrar adecuadamente el flujo de mercancías en el almacén y el stock.
- Lidera a Jefes y coordinadores operacionales, por lo general, los responsables de la planificación, preparación y transporte.
- Negocia y sigue los contratos con los clientes.
- Este Director, por lo general, tiene un colaborador quien lo apoya con la Gestión de Stock.

2.5.4. Coordinación para la Gestión de Stock:

Este recurso humano vela por los aprovisionamientos y por las existencias, por lo general debe tener formación tecnológica en transporte o logística. Esta persona se debe caracterizar por una gran actitud de servicio y calidades necesarias para animar a los colaboradores operativos.

Este líder ayudará a definir nuevos procesos para la preparación de pedidos, control de la calidad, existencias o cross-docking y a optimizar los niveles de stock. Este líder, igualmente, decide el plan de acción adecuado por cada referencia y para disminuir costos. Sus principales actividades clave son:

- Organiza el espacio físico del almacén y lo optimiza con el fin de asegurar la conservación adecuada del stock.
- Mejora las condiciones de almacenamiento y picking y organiza lógicamente los flujos de existencias con el fin de asegurar la disponibilidad del stock.
- Se encarga de interpretar los indicadores de calidad y prepara informes.

2.6 Dirección de transporte y distribución Física:

Este recurso, es estratégico para el Gerente logístico y debe contar con conocimientos en transporte y logística, habilidades para las relaciones humanas, la gerencia y la negociación; además debe ser un profesional riguroso, organizado y creativo. También es Polivalente: gestiona su presupuesto, sus equipos, sus clientes y conoce los procedimientos técnicos y las reglamentaciones actuales.

El Gerente Logística tendrá en este elemento del equipo, un líder que asegure la recepción por parte del cliente de los envíos, supervisando las operaciones de carga, descarga (por ejemplo en un centro de distribución u operaciones de cross – docking) y embalaje, así como el control de los pedidos y las condiciones de calidad exigidas. Este líder tiene control sobre esta parte de la operación y autonomía para permitir la salida mercancía al almacén. Igualmente debe realizar actividades constantes de comunicación con los proveedores de transporte de la empresa.

Otras funciones clave de este recurso son:

- Optimiza los costos de los recursos humanos y operativos y elabora los presupuestos para la operación y del personal.
- Ejerce el control por el cumplimiento de los procesos establecidos para la operación, así como también, de las políticas de higiene y por el respeto de las normas de seguridad.
- Examina los procesos de preparación de pedidos para los clientes y garantiza el "Pedido Perfecto", es decir, conservar la coherencia entre la orden de pedido y el buen desarrollo de las entregas, respetando las condiciones y plazos previstos.
- Participa a la creación del sistema de transporte (rutas).
- Establece indicadores pertinentes para el mejoramiento de la productividad.
- Define y presenta con su equipo de trabajo los objetivos que tienen que alcanzar.
- Asegura la gestión administrativa de su equipo de trabajo.

3. LAS COMPRAS Y EL APROVISIONAMIENTO:

En síntesis, las compras y el aprovisionamiento representan un área estratégica para las organizaciones y se consideran funciones dinámicas por su interacción con proveedores en un mundo globalizado. Su función principal consiste en la consecución de materias prima y recursos para la producción y la operación de las actividades clave de la empresa. La función de las compras y el aprovisionamiento inducen los siguientes procesos de la empresa: 1) contar con la disponibilidad de materiales o insumos, que son necesarios para la transformación y valor agregado de un producto final y para el cliente, a costos adecuados y con la calidad establecida, que permitan la competitividad de la organización y sostengan el nivel de servicio al cliente establecido y 2) La disponibilidad de los recursos necesarios para las operaciones involucradas con la logística entre proveedores, producto terminado y cliente. Si las compras son pertinentes los costos de operación y recursos de manutención serán adecuados, así mismo, la inversión en el recurso humano también será proporcional a las dimensiones de la operación.

3.1 El proceso de las compras:

A continuación, se presentan las seis etapas en el proceso de las compras, la clave fundamental es estar siempre enfocado en las variables: Calidad, cantidad, precio y tiempos de entrega:

En la primera etapa del proceso de las compras se definen las especificaciones, para esto hay que diferenciar dos aspectos importantes: Funcionales y Técnicos. En este punto es importante reconocer la calidad esperada en el producto final.

En la segunda etapa del proceso de las compras se deben seleccionar los proveedores, para esto los aspectos a tener en cuenta más relevantes consisten en realizar un proceso de selección riguroso considerando las ventajas, desventajas, oportunidades y fortalezas de cada uno de los proveedores.

En la tercera etapa del proceso de compras se prepara el contacto con el proveedor y la negociación como tal. Es necesario tener claro cada uno de los puntos contractuales que se van a materializar en un contrato fruto de la negociación. Lo esencial aquí es el contrato con el proveedor, las cláusulas contractuales y la negociación que respalden la política establecida por la gerencia.

En la cuarta etapa del proceso de negociación, se montan al proveedor las órdenes de compra correspondientes a las necesidades de la operación, basándose por lo general, en el análisis de la demanda por medio de la elaboración de pronósticos. Esta etapa es crucial porque de aquí en adelante se tratará de generar hábito en el proveedor, ciclos y rutinas. En este punto lo esencial son las órdenes de compra al proveedor.

En la quinta etapa del proceso de compra se realiza el seguimiento al proveedor y al control sobre las cláusulas contractuales asumidas. En etapa el apoyo al conocimiento y desarrollo del proveedor por parte del área del aprovisionamiento es clave.

En la sexta etapa del proceso de compras se trabaja por la optimización y estandarización de los procesos establecidos entre el proveedor y la empresa. Los indicadores de Gestión son claves y el desempeño es el objetivo principal de ambas partes.

3.2. Introducción al análisis de la demanda: Pronósticos:

Como se verá más adelante, para plantear un sistema de control de inventario, estudiar las demandas de los artículos es un factor clave. Una diferencia importante entre los tipos de inventarios es si el artículo presenta una demanda dependiente o independiente. Los artículos de demanda independiente, son aquéllos cuya demanda se afecta directamente por el mercado y no está relacionada con las decisiones de inventario referentes a cualquier otro artículo que se tenga almacenado. La demanda independiente, por ejemplo, se presenta en productos terminados generada por las decisiones de los clientes. En el caso de la demanda dependiente esta se genera a partir de decisiones tomadas por la propia gerencia.

Así, la administración de un inventario de demanda independiente es compleja porque la demanda está sujeta a la influencia de factores externos, en consecuencia, al trabajar con un artículo cuya demanda sea independiente será necesario hacer el pronóstico de la demanda y tal vez será estratégico mantener en inventario algunas unidades adicionales como reserva de seguridad.

En este capítulo, se plantean los métodos de pronósticos para artículos con demanda independiente, puesto que la demanda total suele seguir un patrón relativamente uniforme, obviamente con algunas variaciones.

Algunos aspectos básicos a considerar antes de pronosticar:

- Las predicciones son un elemento fundamental en el manejo de las compras e inventarios, pues es necesario predecir para preparar la operación y responder para cumplir con el nivel de servicio establecido.
- Las predicciones son de esta manera un elemento fundamental para la planeación, pues permiten asegurar la disponibilidad de materiales y de los recursos dentro de la empresa y para la operación. Sin embargo con los pronósticos se supone adivinar el futuro, lo cual está muy lejos de ser un proceso exacto, pero en la teoría de los pronósticos se parte de que el futuro es un reflejo del pasado. Esto es, el comportamiento de las cantidades y frecuencias de órdenes atendidas para un cliente la cual se supone se mantendrá a través del tiempo, por lo cual es posible obtener una idea de cómo será su demanda en el futuro o su tendencia. Los pronósticos serán el insumo para los trabajos en equipo de S&OP, (sales and operation planning), quienes en síntesis llegan a un consenso según la experiencia de cada uno de los integrantes del equipo y quienes representan un área de la empresa.
- Una condición fundamental para elaborar un adecuado pronóstico es la pertinencia y confiabilidad de información histórica con la que se cuenta, si el pronóstico se alimenta de información errada, el producto también lo será.

3.3. El proceso de Pronosticar:

Lo primero que debe analizarse es el comportamiento de la demanda o consumo. El comportamiento de la demanda puede definirse como regular, si esta conserva un patrón determinado y como irregular o tipo "lumpy", si no existe un comportamiento característico en ella, luego hacer un pronóstico con datos de una demanda irregular no será pertinente.

Al trabajar con una demanda regular es posible obtener pronósticos con errores adecuados dado el reconocimiento del patrón que asumen los datos. Los patrones más comunes de la demanda se presentan en la figura 4:

Figura 4. Patrones de la demanda

Representación	Patrón
Valor Tiempo	**Estabilidad**: En este patrón se observa que aunque hay variaciones en los datos, esta se mantiene alrededor de un valor promedio.
Valor Tiempo	**Tendencia**: Este comportamiento denota que los datos están creciendo, por lo tanto se espera que el futuro sigan de esta manera. La tendencia puede ser a crecer (como se muestra en la figura) o a decrecer
Valor Tiempo	**Estacionalidad**: Este patrón se refiere a que el comportamiento de los datos sube y bajan de manera cíclica, de forma que en periodos sucesivos los valores corresponden a las posiciones del ciclo.

Colaboración de Julián Andrés Zapata, Institución Universitaria Esumer,2013

Una vez se conoce el comportamiento de la demanda, se requiere seleccionar el método a utilizar para el pronóstico. Estos métodos se pueden observar en el siguiente diagrama de flujo:

Diagrama de flujo 1: Métodos de Pronósticos

Necesidad del Pronóstico
¿Datos Disponibles?
No
Si
Recolectar datos ?
Si
Análisis de datos
No
No
Cuantitativos
Si
Factores Causales?
No
Enfoque de series de tiempo
Si
Enfoque cualitativo
Elegir modelo
Validación del modelo
Enfoque causal
Elegir modelo
Seleccionar método
Estimar parámetros
Validación del modelo
Elegir modelo
Seleccionar método
Estimar parámetros
Validación del modelo

Fuente: Diplomado en POM: Production and Operation Management, Eafit, 2005

Pronósticos Cualitativos: (nuevos productos, cambios en las políticas gubernamentales, impactos de nuevas tecnologías)

Los métodos cualitativos, como su nombre lo indica se basan en el conocimiento de personas expertas, y que por ende tienen el conocimiento suficiente para realizar predicciones en el futuro, según sus juicios. Estos pronósticos son ideales para situaciones donde se cuenta con pocos datos para pronosticar o en los casos en que simplemente no se tenga información.

Los modelos más comunes en el pronóstico del tipo cualitativo son:

- Estimación del personal comercial - Suma de las estimaciones de los jefes de zona
- Paneles de consenso - Reuniones de discusión abierta
- Analogía histórica - Basada en la evolución de un artículo similar
- Estudio de mercado - Comprueba hipótesis respecto al mercado - Método Delfos

Pronósticos causales: Los pronósticos causales se utilizan cuando la variable a pronosticar se puede relacionar con otra variable importante (ejemplo el precio) que se asemeja al comportamiento de la primera. De esta manera, este método solo funciona bien cuando es posible identificar esta variable importante. El factor fundamental es que es posible correlacionar la variable a pronosticar con alguna o varias variables independientes, lo que lleva a dos tipos de correlaciones.

- Si se basa en un solo factor se denomina en regresión simple.
- Si se basa en varios factores se denomina en regresión múltiple.

Pronósticos por series de tiempo: (Proyección Histórica. Aplicación de modelos matemáticos y estadísticos para el corto plazo)

Este tipo de pronósticos basa su funcionamiento en el análisis de información de datos históricos claros y adecuados, con lo cual se permite el uso de técnicas estadísticas y es posible indicar un valor para un horizonte de tiempo en el futuro.

Las técnicas más utilizadas para el pronóstico del tipo histórico, son:

- Promedios Móviles.
- Suavización Exponencial
- Suavización Exponencial con ajuste de tendencia

3.4 Promedios móviles

El promedio móvil consiste en calcular el promedio de los datos del pasado, y es este valor será considerado como el valor pronosticado para el próximo periodo. La fórmula matemática para expresar el promedio móvil puede escribirse como:

$$F_{t+1} = S_t = \frac{X_t + X_{t-1} + \ldots + X_{t-N+1}}{N} = \frac{1}{N}\sum_{t-N+1}^{t} X_i$$

Dónde:

F_t = La predicción del promedio móvil para el periodo *t*

X_{t-1} = Las ventas para el periodo *i*

n = Número total de pedidos

Ejemplo:

Un artículo de cierta empresa presenta la siguiente tabla de demandas entre enero y octubre. Cuál será el pronóstico para noviembre utilizando el pronóstico móvil simple?

En este caso, la variable a definir es “n”. “n” será el número de periodos que se tendrán en cuenta para hacer el pronóstico. A continuación se presenta un ejercicio resuelto. Como se presentan las formulas, El lector podrá replicarlo en Excel.

Figura 5. Ejemplo 1

	A	B	C	D	E
1					
2					
3	MES	PEDIDOS POR MES	N=3	N = 5	N = 2
4	ENERO	75			
5	FEBRERO	90			
6	MARZO	80			=+(B4+B5)/2
7	ABRIL	75	=+(B6+B5+B4)/3		=+(B5+B6)/2
8	MAYO	70	=+(B7+B6+B5)/3		=+(B6+B7)/2
9	JUNIO	50	=+(B8+B7+B6)/3	=+(B8+B7+B6+B5+B4)/5	=+(B7+B8)/2
10	JULIO	75	=+(B9+B8+B7)/3	=+(B9+B8+B7+B6+B5)/5	=+(B8+B9)/2
11	AGOSTO	66	=+(B10+B9+B8)/3	=+(B10+B9+B8+B7+B6)/5	=+(B9+B10)/2
12	SEPTIEMBRE	80	=+(B11+B10+B9)/3	=+(B11+B10+B9+B8+B7)/5	=+(B10+B11)/2
13	OCTUBRE	75	=+(B12+B11+B10)/3	=+(B12+B11+B10+B9+B8)/5	=+(B11+B12)/2
14	NOVIEMBRE		=+(B13+B12+B11)/3	=+(B13+B12+B11+B10+B9)/5	=+(B12+B13)/2
15					

Fuente de elaboración propia

Los resultados son:

Figura 6. Ejemplo 1

MES	PEDIDOS POR MES	N=3	N = 5	N = 2
ENERO	75			
FEBRERO	90			
MARZO	80			82,5
ABRIL	75	81,7		85
MAYO	70	81,7		77,5
JUNIO	50	75,0	78	72,5
JULIO	75	65,0	73	60
AGOSTO	66	65,0	70	62,5
SEPTIEMBRE	80	63,7	67,2	70,5
OCTUBRE	75	73,7	68,2	73
NOVIEMBRE		73,7	69,2	77,5

Fuente de elaboración propia

A continuación se presenta la gráfica asociada a los pronósticos con “n = 2, 3 y 5” El lector podrá determinar, cuando emplee sus propios datos y con su experiencia en la operación, el pronóstico más pertinente. En este caso se definió 74 Unidades.

Figura 7. Ejemplo 1

Fuente de elaboración propia

3.5 Suavización Exponencial

En la suavización exponencial se aplica una técnica de pronóstico que busca ponderar los valores de los pronósticos con respecto a los valores reales de los periodos que fueron pronosticados, y con base en esto poder hallar el valor que corresponde al próximo periodo. Esta ponderación se realiza con el parámetro, α (alfa) el cual representa que tanto peso (que tan importante) en el pronóstico debe tener la demanda real, con respecto al valor del pronóstico para ese periodo.

La ecuación que define el cálculo del pronóstico para el periodo t se escribe como:

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha) F_t$$
$$0 < \alpha < 1$$

Dónde:

- F_t = La predicción de las vent*as para un periodo t*
- F_{t+1} = La predicción de las vent*as para un periodo t+1*
- X_t = La Demanda real para el *periodo t*
- α= El factor alfa o la constante de nivelación ($0<\alpha<1$)

Ejemplo:

Un artículo de cierta empresa presenta la siguiente tabla de demandas entre enero año 1 y febrero año 2. Cuál será el pronóstico para Enero del año 2 (periodo 2) utilizando suavización exponencial?

En este caso, la variable a definir es “alfa”. “alfa” será un valor entre 0 y 1. Cuando alfa tiende a cero se da más peso a los datos más viejos, así mismo, cuando alfa tiende a 1, se da más relevancia a los datos más recientes. A continuación se presenta un ejercicio resuelto. Como se presentan las formulas, el lector podrá replicarlo en Excel.

Figura 8. Ejemplo 2

	A	B	C	D	E	F
1					VALORES ALFA	
2	PERIODO	MES	DEMANDA	0,5	0,3	0,7
3	1	ENERO	37			
4	2	FEBRERO	40	37	37	37
5	3	MARZO	41	=+$D$2*(C4)+(1-$D$2)*D4	=+$E$2*C4+(1-$E$2)*E4	=+$F$2*(C4)+(1-$F$2)*F4
6	4	ABRIL	37	=+$D$2*(C5)+(1-$D$2)*D5	=+$E$2*C5+(1-$E$2)*E5	=+$F$2*(C5)+(1-$F$2)*F5
7	5	MAYO	45	=+$D$2*(C6)+(1-$D$2)*D6	=+$E$2*C6+(1-$E$2)*E6	=+$F$2*(C6)+(1-$F$2)*F6
8	6	JUNIO	50	=+$D$2*(C7)+(1-$D$2)*D7	=+$E$2*C7+(1-$E$2)*E7	=+$F$2*(C7)+(1-$F$2)*F7
9	7	JULIO	43	=+$D$2*(C8)+(1-$D$2)*D8	=+$E$2*C8+(1-$E$2)*E8	=+$F$2*(C8)+(1-$F$2)*F8
10	8	AGOSTO	47	=+$D$2*(C9)+(1-$D$2)*D9	=+$E$2*C9+(1-$E$2)*E9	=+$F$2*(C9)+(1-$F$2)*F9
11	9	SEPTIEMBRE	56	=+$D$2*(C10)+(1-$D$2)*D10	=+$E$2*C10+(1-$E$2)*E10	=+$F$2*(C10)+(1-$F$2)*F10
12	10	OCTUBRE	52	=+$D$2*(C11)+(1-$D$2)*D11	=+$E$2*C11+(1-$E$2)*E11	=+$F$2*(C11)+(1-$F$2)*F11
13	11	NOVIEMBRE	55	=+$D$2*(C12)+(1-$D$2)*D12	=+$E$2*C12+(1-$E$2)*E12	=+$F$2*(C12)+(1-$F$2)*F12
14	12	DICIEMBRE	54	=+$D$2*(C13)+(1-$D$2)*D13	=+$E$2*C13+(1-$E$2)*E13	=+$F$2*(C13)+(1-$F$2)*F13
15	13	ENERO		=+$D$2*(C14)+(1-$D$2)*D14	=+$E$2*C14+(1-$E$2)*E14	=+$F$2*(C14)+(1-$F$2)*F14
16						

Fuente de elaboración propia

Los resultados son:

Figura 9. Ejemplo 2

			VALORES ALFA		
PERIODO	**MES**	**DEMANDA**	0,5	0,3	0,7
1	ENERO	37			
2	FEBRERO	40	37	37	37
3	MARZO	41	39	38	39
4	ABRIL	37	40	39	40
5	MAYO	45	38	38	38

			VALORES ALFA		
PERIODO	**MES**	**DEMANDA**	0,5	0,3	0,7
6	JUNIO	50	42	40	43
7	JULIO	43	46	43	48
8	AGOSTO	47	44	43	44
9	SEPTIEMBRE	56	46	44	46
10	OCTUBRE	52	51	48	53
11	NOVIEMBRE	55	51	49	52
12	DICIEMBRE	54	53	51	54
13	ENERO		53,6	51,8	54,1

Fuente de elaboración propia

A continuación se presenta la gráfica asociada a los pronósticos con "alfa" igual 0.3, 0.5 y 0.7 El lector podrá determinar, cuando emplee sus propios datos y con su experiencia en la operación, el pronóstico más pertinente. En este caso se definió 54 Unidades.

Figura 10. Ejemplo 2

Fuente de elaboración propia

2.4. Suavización Exponencial Con Ajuste de tendencia

$$F_{t+1} = S_{t+1} + m * T_{t+1}$$

$$T_{t+1} = \beta(S_{t+1} - S_t) + (1-\beta)T_t$$

$$S_{t+1} = \alpha X_t + (1-\alpha)(S_t)$$

Ejemplo:

Un artículo de cierta empresa presenta la siguiente tabla de demandas entre enero año 1 y febrero año 2. ¿Cuál será el pronóstico para Enero (periodo 2) utilizando suavización exponencial? Le sugerimos al lector compare los resultados con el método anterior.

En este caso, la variable a definir es "alfa" y "Beta". Ambos serán valores entre 0 y 1. Cuando alfa tiende a cero se da más peso a los datos más viejos, así mismo, cuando alfa tiende a 1, se da más relevancia a los datos más recientes. Cuando Beta tiende a cero el modelo linealiza el pronóstico mientras que si beta tiende a 1, el modelo hace que el pronóstico conserve los picos presentados aunque se presente la tendencialidad. A continuación se presenta un ejercicio resuelto. Como se presentan las formulas, el lector podrá replicarlo en Excel.

Figura 11. Ejemplo 3

	A	B	C	D	E	F
1			ALFA=	0,5	BETA =	0,6
2	PRIODO	MES	DEMANDA X	PRONOSTICO S	AJUSTE TENDENCIA T	SUAVIZACION EXP. CON AJUSTE DE TENDENCIA
3	1	ENERO	37			
4	2	FEBRERO	40	=C3	0	=D4+E4
5	3	MARZO	41	=(($D$1*C4+(1-$D$1)*D4))	=(($F$1*(D5-D4)+(1-$F$1)*E4))	=D5+E5
6	4	ABRIL	37	=(($D$1*C5+(1-$D$1)*D5))	=(($F$1*(D6-D5)+(1-$F$1)*E5))	=D6+E6
7	5	MAYO	45	=(($D$1*C6+(1-$D$1)*D6))	=(($F$1*(D7-D6)+(1-$F$1)*E6))	=D7+E7
8	6	JUNIO	50	=(($D$1*C7+(1-$D$1)*D7))	=(($F$1*(D8-D7)+(1-$F$1)*E7))	=D8+E8
9	7	JULIO	43	=(($D$1*C8+(1-$D$1)*D8))	=(($F$1*(D9-D8)+(1-$F$1)*E8))	=D9+E9
10	8	AGOSTO	47	=(($D$1*C9+(1-$D$1)*D9))	=(($F$1*(D10-D9)+(1-$F$1)*E9))	=D10+E10
11	9	SEPTIEMBRE	56	=(($D$1*C10+(1-$D$1)*D10))	=(($F$1*(D11-D10)+(1-$F$1)*E10))	=D11+E11
12	10	OCTUBRE	52	=(($D$1*C11+(1-$D$1)*D11))	=(($F$1*(D12-D11)+(1-$F$1)*E11))	=D12+E12
13	11	NOVIEMBRE	55	=(($D$1*C12+(1-$D$1)*D12))	=(($F$1*(D13-D12)+(1-$F$1)*E12))	=D13+E13
14	12	DICIEMBRE	54	=(($D$1*C13+(1-$D$1)*D13))	=(($F$1*(D14-D13)+(1-$F$1)*E13))	=D14+E14
15	13	ENERO		=(($D$1*C14+(1-$D$1)*D14))	=(($F$1*(D15-D14)+(1-$F$1)*E14))	=D15+E15

Fuente de elaboración propia

Los resultados son:

Figura 12. Ejemplo 3

		ALFA=	0,5	BETA =	0,6
PERIODO	**MES**	**DEMANDA X**	**PRONÓSTICO S**	**AJUSTE TENDENCIA T**	**SUAVIZACION EXP. CON AJUSTE DE TENDENCIA**
1	ENERO	37			
2	FEBRERO	40	37	0	37
3	MARZO	41	38,50	0,90	39,40
4	ABRIL	37	39,75	1,11	40,86
5	MAYO	45	38,38	-0,38	37,99
6	JUNIO	50	41,69	1,84	43,52
7	JULIO	43	45,84	3,23	49,07
8	AGOSTO	47	44,42	0,44	44,86
9	SEPTIEMBRE	56	45,71	0,95	46,66
10	OCTUBRE	52	50,86	3,47	54,32
11	NOVIEMBRE	55	51,43	1,73	53,16
12	DICIEMBRE	54	53,21	1,76	54,98
13	ENERO		53,61	0,94	54,55

Fuente de elaboración propia

A continuación se presenta la gráfica asociada al pronóstico con ajuste por tendencia. Al trabajar en Excel usted podrá cambiar los valores de alfa y beta y observar como varia las gráficas del pronóstico con respecto a la demanda.

Figura 13. Ejemplo 3

Fuente de elaboración propia

3.6 Suavización Exponencial con Ajuste de tendencia y estacionalidad

Para explicar el modelo de suavización exponencial con ajuste de tendencia y estacionalidad se expondrá el siguiente caso de estudio; tomado de (Chopra; 2010)

Tahoe Salt, vende un tipo de sal que descongela la nieve y lo hace a través de varios minoristas independientes alrededor del área de Lake Tahoe USA. En el pasado, Tahoe Salt se ha apoyado en los estimados de la demanda de una muestra de sus minoristas, pero la compañía ha observado que éstos siempre sobreestiman sus compras, dejando a la compañía con un exceso de inventario. Después de una junta con sus vendedores minoristas, Tahoe ha decidido producir un pronóstico colaborativo por medio de un equipo de S&OP.

Tahoe quiere trabajar con los minoristas para crear un pronóstico más preciso con base en las ventas reales de sal en los comercios minoristas. La información de la demanda por trimestre durante los tres años pasados se muestra en la siguiente figura

Figura 14. Ejemplo 4

PERIODO (t)	DEMANDA (Dt)
1	8000
2	13000
3	23000
4	34000
5	10000
6	18000
7	23000
8	38000
9	12000
10	13000
11	32000
12	41000
13	

Observamos que la demanda de sal es estacional, y que se incrementa desde el segundo trimestre de cualquier año hasta el primer trimestre del año siguiente. El segundo trimestre de cada año tiene la demanda más baja. Cada ciclo dura cuatro trimestres, y el patrón de la demanda se repite cada año. Existe también una tendencia en el crecimiento de la demanda, con incrementos en las ventas durante los tres últimos años.

Primer paso: estimar el, nivel, la tendencia y los factores estacionales:

El primer paso consiste en obtener los estimados iniciales del nivel y la tendencia para los periodos iniciales valiéndonos de las fórmulas de pendiente e intercepto de Excel. El estimado del nivel inicial será el intercepto y la tendencia será la pendiente. Para los datos de Tahoe Sal, tenemos:

- (Nivel 0) Pendiente de la demanda según Excel: 524
- (Tendencia 0) Intercepto de la demanda según Excel: 18.439

Para desestacionalizar la demanda, elaboramos la siguiente tabla en Excel y escribimos las siguientes fórmulas; donde 2n = 8 puesto que n= 4 ya que la demanda se repite cada cuatro periodos:

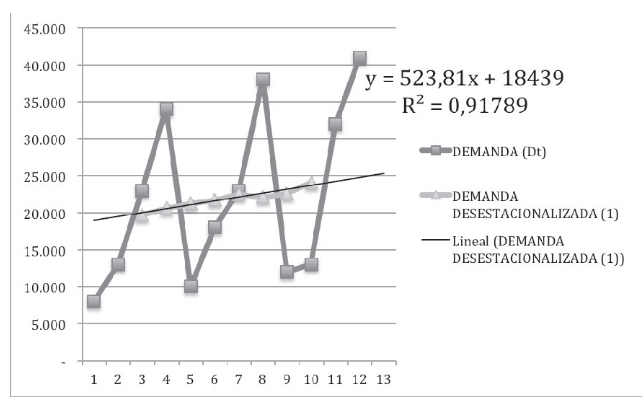
Figura 15. Ejemplo 4

	A	B	C
1		SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL CON AJUST	
2	PERIODO (t)	DEMANDA (Dt)	DEMANDA DESESTACIONALIZADA (1)
3	1	8000	
4	2	13000	
5	3	23000	=(B3+B7+2*SUMA(B4:B6))/8
6	4	34000	=(B4+B8+2*SUMA(B5:B7))/8
7	5	10000	=(B5+B9+2*SUMA(B6:B8))/8
8	6	18000	=(B6+B10+2*SUMA(B7:B9))/8
9	7	23000	=(B7+B11+2*SUMA(B8:B10))/8
10	8	38000	=(B8+B12+2*SUMA(B9:B11))/8
11	9	12000	=(B9+B13+2*SUMA(B10:B12))/8
12	10	13000	=(B10+B14+2*SUMA(B11:B13))/8
13	11	32000	
14	12	41000	
15	13		
16			
17	S1	=(E3+E7+E11)/3	
18	S2	=(E4+E8+E12)/3	
19	S3	=(E5+E9+E13)/3	
20	S4	=(E6+E10+E14)/3	
21			

fuente de elaboración propia

A continuación grafique los resultados de la columna "C" correspondientes a la demanda desestacionalizada utilizando Microsoft Excel, luego encuentre su ecuación; donde Y = mx+b:

Figura 16. Ejemplo 4



Fuente de elaboración propia

Para estimar los factores estacionales primero se calcula el factor estacional por cada periodo y luego se construye el trimestral. Los factores estacionales para cada periodo se calculan de la siguiente manera:

Figura 17. Ejemplo 4

	A	B	C	D	E	F
1	SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL CON AJUSTE POR TENDENCIA Y ESTACIONALIDAD					
2	PERIODO (t)	DEMANDA (Dt)	DEMANDA DESESTACIONALIZADA (1)	DEMANDA DESESTACIONALIZADA (2)	FACTOR ESTACIONAL	FE2
3	1	8000		=18439+A3*524	=B3/D3	=B17
4	2	13000		=18439+A4*524	=B4/D4	=B18
5	3	23000	=(B3+B7+2*SUMA(B4:B6))/8	=18439+A5*524	=B5/D5	=B19
6	4	34000	=(B4+B8+2*SUMA(B5:B7))/8	=18439+A6*524	=B6/D6	=B20
7	5	10000	=(B5+B9+2*SUMA(B6:B8))/8	=18439+A7*524	=B7/D7	=F3
8	6	18000	=(B6+B10+2*SUMA(B7:B9))/8	=18439+A8*524	=B8/D8	=F4
9	7	23000	=(B7+B11+2*SUMA(B8:B10))/8	=18439+A9*524	=B9/D9	=F5
10	8	38000	=(B8+B12+2*SUMA(B9:B11))/8	=18439+A10*524	=B10/D10	=F6
11	9	12000	=(B9+B13+2*SUMA(B10:B12))/8	=18439+A11*524	=B11/D11	=F7
12	10	13000	=(B10+B14+2*SUMA(B11:B13))/8	=18439+A12*524	=B12/D12	=F8
13	11	32000		=18439+A13*524	=B13/D13	=F9
14	12	41000		=18439+A14*524	=B14/D14	=F10
15	13			=18439+A15*524		
16						
17	S1	=(E3+E7+E11)/3				
18	S2	=(E4+E8+E12)/3				
19	S3	=(E5+E9+E13)/3				
20	S4	=(E6+E10+E14)/3				
21						

Fuente de elaboración propia

Los valores encontrados hasta el momento son: L0 = 18.439; T0 = 524; S1 = 0.47; S2 =0.68;S3 =1.17;S4 =1.67

Ahora se aplica el modelo; el componente sistemático de la demanda está dado por (nivel + tendencia) x Factor estacional. En este caso trabajaremos el ejercicio con alfa = 0.05, Beta 0.1; para obtener los pronósticos.

A continuación, construya las siguientes formulas:

Figura 18. Ejemplo 4

	A	B	C	D	E
23	alfa	0,05	beta	0,1	
24	PERIODO (t)	DEMANDA (Dt)	NIVEL Lt	TENDENCIA	PRONOSTICO Ft
25	0		18439	524	
26	1	8000	=B$23*(B26/F3)+(1-B$23)*(C25+D25)	=D$23*(C26-C25)+(1-D$23)*D25	=(C25+D25)*F3
27	2	13000	=B$23*(B27/F4)+(1-B$23)*(C26+D26)	=D$23*(C27-C26)+(1-D$23)*D26	=(C26+D26)*F4
28	3	23000	=B$23*(B28/F5)+(1-B$23)*(C27+D27)	=D$23*(C28-C27)+(1-D$23)*D27	=(C27+D27)*F5
29	4	34000	=B$23*(B29/F6)+(1-B$23)*(C28+D28)	=D$23*(C29-C28)+(1-D$23)*D28	=(C28+D28)*F6
30	5	10000	=B$23*(B30/F7)+(1-B$23)*(C29+D29)	=D$23*(C30-C29)+(1-D$23)*D29	=(C29+D29)*F7
31	6	18000	=B$23*(B31/F8)+(1-B$23)*(C30+D30)	=D$23*(C31-C30)+(1-D$23)*D30	=(C30+D30)*F8
32	7	23000	=B$23*(B32/F9)+(1-B$23)*(C31+D31)	=D$23*(C32-C31)+(1-D$23)*D31	=(C31+D31)*F9
33	8	38000	=B$23*(B33/F10)+(1-B$23)*(C32+D32)	=D$23*(C33-C32)+(1-D$23)*D32	=(C32+D32)*F10
34	9	12000	=B$23*(B34/F11)+(1-B$23)*(C33+D33)	=D$23*(C34-C33)+(1-D$23)*D33	=(C33+D33)*F11
35	10	13000	=B$23*(B35/F12)+(1-B$23)*(C34+D34)	=D$23*(C35-C34)+(1-D$23)*D34	=(C34+D34)*F12
36	11	32000	=B$23*(B36/F13)+(1-B$23)*(C35+D35)	=D$23*(C36-C35)+(1-D$23)*D35	=(C35+D35)*F13
37	12	41000	=B$23*(B37/F14)+(1-B$23)*(C36+D36)	=D$23*(C37-C36)+(1-D$23)*D36	=(C36+D36)*F14
38	13				=(C37+D37)*B17
39	14				=(C37+2*D37)*B18
40	15				=(C37+3*D37)*B19
41	16				=((C37+(4*D37))*B20)

Fuente de elaboración propia

Las respuestas se ilustran a continuación:

Figura 19. Ejemplo 4

	A	B	C	D	E
23	alfa	0,05	beta	0,1	
24	PERIO	DEMANDA (Dt)	NIVEL Lt	TENDENCIA	PRONOSTICO Ft
25	0		18.439	524	
26	1	8.000	18.863	514	8.944
27	2	13.000	19.359	512	13.242
28	3	23.000	19.860	511	23.262
29	4	34.000	20.374	511	33.904
30	5	10.000	20.901	513	9.851
31	6	18.000	21.661	538	14.634
32	7	23.000	22.071	525	25.986
33	8	38.000	22.607	526	37.606
34	9	12.000	23.249	538	10.911
35	10	13.000	23.548	514	16.255
36	11	32.000	24.226	530	28.168
37	12	41.000	24.750	530	41.201
38	13				11.923
39	14				17.637
40	15				30.833
41	16				44.716

Fuente de elaboración propia

3.7 Error del pronóstico

Para un buen uso de las técnicas de predicción, es fundamental, calcular el error que se obtiene con las mismas, lo cual define si esta técnica es aplicable o no al problema de predicción que se está trabajando. Para el cálculo del error del pronóstico, las técnicas más comunes son:

- Error de pronóstico
- Media aritmética del error del pronostico
- Error cuadrático

El error del pronóstico es la diferencia en valor absoluto entre el pronóstico y el valor real. Así, si el pronóstico es 100 y el valor real es 110, el error del pronóstico es 10 unidades.

La media aritmética del error del pronóstico busca calcular el error del método de pronóstico, mediante el promedio aritmético de los errores de diferentes valores. La fórmula para el cálculo de la media aritmética del error del pronóstico es según (Chopra y Meindl, 2008), conocida como el MAPE:

$$\frac{100 \sum_{i=1}^{12} real_i - pronóstico_i / real_i}{n}$$

Así, para los datos de una tabla, la media aritmética del error del pronóstico se calcula promediando la columna del % del error absoluto (que corresponde a aplicar la formula).

Por su parte, el error cuadrado o MSE, se calcula para magnificar la dimensión del error y de esta manera tener un valor más representativo del error. La ecuación para el cálculo del error cuadrático es (Ballou, 2005):

$$\sqrt{\frac{\sum_i (A_t - F_t)\hat{}2}{n - 1}}$$

Sf = error estándar del pronostico

At = demanda real en el periodo t

Ft = pronóstico para el periodo t

N = número de periodos

Ejemplo: Un artículo de cierta empresa presenta la siguiente tabla de demandas entre el mes 1 y 8, y sus respectivos pronósticos. En este caso, se trabajó con "alfa" igual a 0.8. En el ejemplo, el lector podrá analizar cómo se prepara la tabla para los cálculos de los errores del pronóstico, Como se presentan las formulas, el lector podrá replicarlo en Excel.

Figura 20. Ejemplo 5

	A	B	C	D	E	F	G
1	ALFA =	0,8		B-C	(D)^2	|D|	F/B
2	**MES**	**DEMANDA**	**PRONOSTICO**	**ERROR**	**CUADRADO DEL ERROR**	**ERROR ABSOLUTO**	**ERROR % ABS**
3	1	200	225	=B3-C3	=D3^2	=ABS(D3)	=F3/B3
4	2	240	220	=B4-C4	=D4^2	=ABS(D4)	=F4/B4
5	3	300	285	=B5-C5	=D5^2	=ABS(D5)	=F5/B5
6	4	270	290	=B6-C6	=D6^2	=ABS(D6)	=F6/B6
7	5	230	250	=B7-C7	=D7^2	=ABS(D7)	=F7/B7
8	6	260	240	=B8-C8	=D8^2	=ABS(D8)	=F8/B8
9	7	210	250	=B9-C9	=D9^2	=ABS(D9)	=F9/B9
10	8	275	240	=B10-C10	=D10^2	=ABS(D10)	=F10/B10
11			TOTAL	=SUMA(D3:D10)	=SUMA(E3:E10)	=SUMA(F3:F10)	=SUMA(G3:G10)
12							
13	**MES**	**DEMANDA**	**PRONOSTICO**	**MAD**	**SEÑAL RASTREO**	**LIMITE INF**	**LIMITE SUP**
14	1	200	225	0		-1,5	1,5
15	2	240	220	=$B$1*F4+(1-$B$1)*D14	=D4/D15	-1,5	1,5
16	3	300	285	=$B$1*F5+(1-$B$1)*D15	=D5/D16	-1,5	1,5
17	4	270	290	=$B$1*F6+(1-$B$1)*D16	=D6/D17	-1,5	1,5
18	5	230	250	=$B$1*F7+(1-$B$1)*D17	=D7/D18	-1,5	1,5
19	6	260	240	=$B$1*F8+(1-$B$1)*D18	=D8/D19	-1,5	1,5
20	7	210	250	=$B$1*F9+(1-$B$1)*D19	=D9/D20	-1,5	1,5
21	8	275	240	=$B$1*F10+(1-$B$1)*D20	=D10/D21	-1,5	1,5
22							
23							
24	CFE	ERROR DE PRONOSTICO ACUMULADO				=D11	
25	E PROM	ERROR DE PRONOSTICO PROMEDIO				=F24/A10	
26	MSE	CUADRADO DEL ERROR MEDIO				=E11/A10	
27	SIGMA	DESVIACION ESTANDAR				=DESVEST(D3:D10)	
28	MAD	DESVIACION MEDIA ABSOLUTA				=F11/A10	
29	MAPE	ERROR PORCENTUAL MEDIO ABSOLUTO				=G11/A10	
30							

Fuente de elaboración propia

Resultados:

Figura 21. Ejemplo 5

ALFA =	0,8		B-C	(D)^2	|D|	F/B
MES	DEMANDA	PRONOSTICO	ERROR	CUADRADO DEL ERROR	ERROR ABSOLUTO	ERROR % ABS
1	200	225	-25	625	25	12,5%
2	240	220	20	400	20	8,3%
3	300	285	15	225	15	5,0%
4	270	290	-20	400	20	7,4%
5	230	250	-20	400	20	8,7%
6	260	240	20	400	20	7,7%
7	210	250	-40	1600	40	19,0%
8	275	240	35	1225	35	12,7%
		TOTAL	-15	5275	195	81,4%

MES	DEMANDA	PRONOSTICO	MAD	SEÑAL RASTREO	LIMITE INF	LIMITE SUP
1	200	225	0		-1,5	1,5
2	240	220	16	1,3	-1,5	1,5
3	300	285	15,2	1,0	-1,5	1,5
4	270	290	19,0	-1,1	-1,5	1,5
5	230	250	19,8	-1,0	-1,5	1,5
6	260	240	20,0	1,0	-1,5	1,5
7	210	250	36,0	-1,1	-1,5	1,5
8	275	240	35,2	1,0	-1,5	1,5

CFE	ERROR DE PRONOSTICO ACUMULADO	-15
E PROM	ERROR DE PRONOSTICO PROMEDIO	-1,875
MSE	CUADRADO DEL ERROR MEDIO	659,375
SIGMA	DESVIACION ESTANDAR	27,4
MAD	DESVIACION MEDIA ABSOLUTA	24,375
MAPE	ERROR PORCENTUAL MEDIO ABSOLUTO	10,2%

Fuente de elaboración propia

Gráfico de análisis de control: Una gráfica importante que se puede elaborar consiste en la señal de rastreo. Por lo general se establece que un

pronóstico está en control cuando la señal de rastreo se mueve entre 1.5 y -1.5. Al representar gráficamente los datos de la columna E13, es posible interpretar que tan en control esta la serie de tiempo. Si la señal de rastreo llegase a tocar o sobrepasar ambos limites, se sugiere un cambio.

Figura 22. Ejemplo 5

Fuente de elaboración propia

Ejercicios:

1. Una importante cadena de restaurante ofrece periódicamente almuerzos que incluyen 5 piezas de pollo para llevar. ¿Cuántos almuerzos se estiman vender a 3 usd cada uno?

Periodo	Precio (X) usd	Unds (Y)
1	2.70	760
2	3.50	510
3	2.00	980
4	4.20	250
5	3.10	320
6	4.05	480
Total	19.55	3300
Promedio	3.258	550

Nota: Utilice Microsoft Excel para graficar la demanda, luego aplique la función "Regresión lineal" y encuentre la ecuación de la línea recta: Y = mX + b. Evalué el coeficiente de correlación, si es satisfactorio, utilice la

ecuación para encontrar las ventas estimadas reemplazando el valor por almuerzo (x) en la ecuación.

2. La demanda mensual de unidades manufacturadas por una importante fábrica europea se muestra a continuación.

Mes	Und
1	100
2	80
3	110
4	115
5	105
6	110
7	125
8	120

a. Aplique el método e suavización exponencial para pronosticar el número de unidades correspondientes al periodo 9. Utilice alfa = 0.2

b. Calcule el error porcentual absoluto que corresponde a cada uno de los periodos, el MAD, el MAPE y la señal de rastreo.

c. Que puede decir en relación al rendimiento del pronóstico.

3. La demanda de uno de los cereales para el desayuno más famoso del mundo parece ser que está en una etapa de decadencia. La compañía desea vigilar cuidadosamente la demanda que tiene este producto. Se pide utilizar el método de suavización exponencial con ajuste por tendencia con alfa = 0.1 y beta= 0.2 (utilice la estimación inicial para enero de 900,000 cajas y un valor tendencial inicial de -50.000 por mes

Mes	Und
Enero	890000
Febrero	800000
Marzo	825000

El volumen diario de tarjetas postales que recibe una importante empresa de correos, registra un patrón estacional. Los siguientes datos corresponden a dos semanas representativas y están expresados en miles de ellas.

Día	Semana 1	Semana 2
1	5	8
2	20	15
3	30	32
4	35	30
5	49	45
6	70	70
7	15	10
Total	224	210

a. Calcule el factor estacional para cada día de la semana en la siguiente tabla

Día	Semana 1 Volumen de correo	Factor estacional (1)	Semana 2 Volumen de correo	Factor estacional (2)	Factor estacional promedio [(1)+(2)]/2
1	5	5/32 = 0.1562	8	8/30= 0.2666	0.21146
2	20		15		
3	30		32		
4	35		30		
5	49		45		
6	70		70		
7	15		10		
Total	224		210		
Promedio	224/7=32				

b. Si el director de la oficina de correos estima que tendrá que clasificar 230.000 postales durante la semana próxima, pronostique usted cual será el volumen correspondiente para cada día de la semana. (Volumen promedio diario = ventas estimadas/Número de periodos; luego multiplique este resultado por el factor estacional promedio por cada día, hallado en la tabla "a").

*Ejercicios Adaptado por Alejandro Rozo Villegas**.** Fuente Krajewski and Ritzman. Operations Management; ISBN 0-201-33118-7.)

Caso de Estudio 1:

PACK & PACK CORPORATION

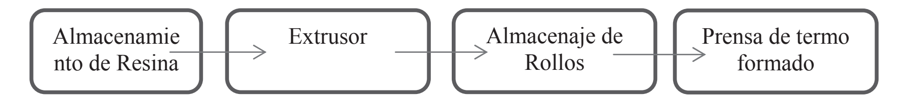
Natacha Restrepo tenía mucho en qué pensar cuando salió de la sala de juntas de Pack and Pack Corporation (PPC). Su gerente la había asignado a un equipo que estaba formado por el vicepresidente de marketing de PPC y miembros del personal de sus principales clientes. El equipo fue creado para mejorar el desempeño de la cadena logística, ya que PPC había sido incapaz de satisfacer la demanda de manera efectiva en los años anteriores. Esto con frecuencia dejaba a los clientes en el desorden, tratando de cumplir las demandas de los nuevos clientes. Natacha tenía poco contacto con los clientes de PPC y se preguntaba cómo agregaría valor a este proceso. Su gerente de división le dijo que la primera tarea del equipo era establecer un pronóstico colaborativo empleando la información tanto de PPC como de los clientes. Este pronóstico serviría como base para mejorar el desempeño de la compañía, ya que el equipo de S&OP podrían utilizarlo para planear la producción y alinear el sistema de inventarios. Los pronósticos mejorados permitirían a PPC mejorar su desempeño logístico.

PPC

PPC opera en USA; convierte la resina de poliestireno en envases desechables/reciclables para la industria alimenticia. El poliestireno se compra como materia prima en la forma de pequeñas esferas de resina.

Luego se descarga de los contenedores de ferrocarril o camiones remolque en silos de almacenamiento, para luego fabricar los envases de comida en un proceso de dos pasos. Primero, la resina se transporta a un extrusor, el cual la convierte en una hoja de poliestireno que se enrolla. El plástico viene en dos formas, claro y oscuro. Los rollos se usan inmediatamente para fabricar los envases o se almacenan. Segundo, los rollos se cargan en las prensas termo-formadoras, las cuales dan a la hoja la forma de envases, los cuales se cortan y se separan de la hoja. Los dos pasos de fabricación se muestran en la figura 1.

Figura 1: Procesos de fabricación en PPC



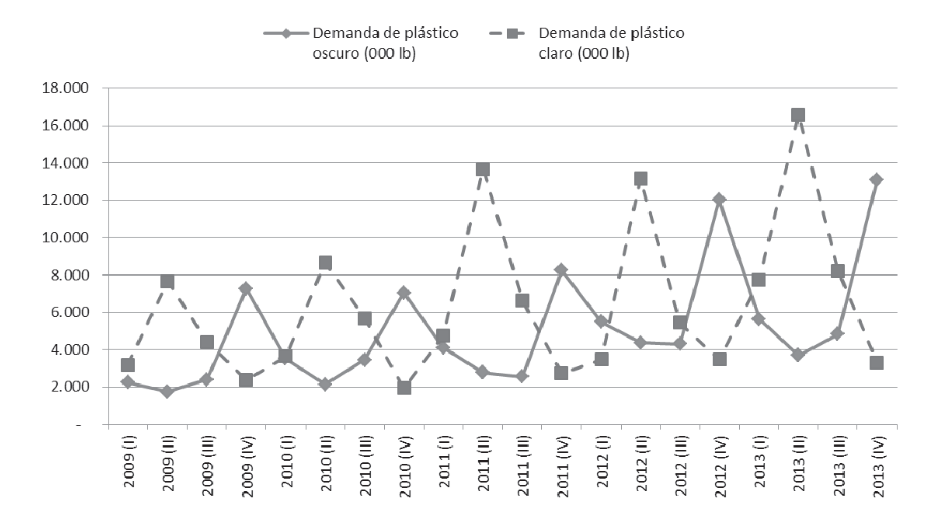
En los últimos cinco años, el negocio del envasado en plástico ha crecido de manera sostenida. La demanda de envases de plástico claro viene de las tiendas minoristas, pastelerías y restaurantes. Las tiendas de comida y supermercados emplean los contenedores oscuros como bandejas para empacar y servir. La demanda de envases de plástico transparente se incrementa en los meses del verano, mientras que la demanda de envases de plástico oscuro se incrementa en el otoño. La capacidad de los extrusores no es suficiente para cubrir la demanda durante las estaciones pico. Como resultado, la planta es forzada a almacenar inventario de cada tipo de hoja con anticipación a la demanda futura. La tabla 1 y la figura 2 muestran la demanda trimestral histórica de cada uno de los envases (claros y oscuros). *El equipo ha modificado los datos de las ventas de PPC al tomar en cuenta las ventas pérdidas para obtener la demanda verdadera*. Sin la participación de los clientes en este equipo, PPC nunca conocería esta información, puesto que la compañía no hace un seguimiento de los pedidos perdidos.

Tabla 1: Demanda histórica trimestral de envases de plástico transparente y oscuro.

Año	Trimestre	Demanda de plástico oscuro (000 lb)	Demanda de plástico claro (000 lb)
2009	**I**	**2250**	**3200**
	II	**1737**	**7658**
	III	**2412**	**4420**
	IV	**7269**	**2384**
2010	I	3514	3654
	II	2143	8680
	III	3459	5695
	IV	7056	1953
2011	**I**	**4120**	**4742**
	II	**2766**	**13673**
	III	**2556**	**6640**
	IV	**8253**	**2737**

Año	Trimestre	Demanda de plástico oscuro (000 lb)	Demanda de plástico claro (000 lb)
2012	I	5491	3486
	II	4382	13186
	III	4315	5448
	IV	12035	3485
2013	**I**	**5648**	**7728**
	II	**3696**	**16591**
	III	**4843**	**8236**
	IV	**13097**	**3316**

Figura 2: Gráfico de la demanda trimestral de envases de plástico transparentes y oscuros en PPC



PRONÓSTICO

Como primer paso en la toma de decisiones del equipo, éste quiere pronosticar la demanda, para cada tipo de plástico, para el primer trimestre del año 2014. Con base en las tendencias históricas, se espera que la demanda continúe creciendo hasta 2017, después del cual se espera que se estabilice. Natacha debe seleccionar el método apropiado de pronóstico y estimar el probable error de pronóstico. ¿Qué método debe escoger?

*Adaptado por Alejandro Rozo Villegas**.** Fuente Krajewski and Ritzman. Operations Management; ISBN 0-201-33118-7.)

4. EL ALMACENAMIENTO:

En la mayoría de los casos, debido a la condición de incertidumbre que se presenta en el entorno sobre el futuro de la demanda de productos y de materias primas, el Gerente logístico deberá mantener en su almacén un volumen de materiales o productos que le permitan soportar los efectos de la demanda, y al mismo tiempo impedir el desabastecimiento de productos necesarios para el desarrollo de su labor. El almacén:

- Es un lugar físico donde se guardan los inventarios de una empresa, los cuales son necesarios para evitar desabastecimientos a causa de la incertidumbre sobre la demanda.
- No solo tiene la función de guardar materiales, este es un pilar fundamental en la cadena logística de las empresas y debe cumplir con muchas más actividades, como es caso de la gestión organizada y eficiente de ellos, y de la gestión de órdenes de pedidos.
- Debe ser un lugar organizado y correctamente distribuido, para lo que existen sistemas de almacenamiento y sistemas de distribución de los mismos.
- Existen varios sistemas de manejo de la información dentro de los almacenes, lo cuales pueden ser estándar o a medida dependiendo de los requisitos del mismo, además pueden contar con sistemas de transmisión de información de alta tecnología.
- Es fundamental que un almacén realice sus funciones de forma eficiente y eficaz, buscando siempre realizar sus actividades al menor costo posible.

Como se verá en el capítulo de inventarios, existen presiones para mínimos inventarios, sin embargo los mejores niveles de servicio al cliente se logran con las operaciones de almacenamiento porque en cierta forma, "siempre habrá" stock disponible, como para prescindir de un almacén. No obstante, estas operaciones se vienen desarrollando buscando cada vez más la optimización del espacio y los recursos de manutención. La

clave en las operaciones del almacenamiento consiste en lograr una adecuada flexibilidad, confiabilidad y agilidad.

Para lograr estos atributos, el gerente deberá tener presente el diseño y la administración por procesos, la tecnología, el espacio disponible y el recurso humano y de manutención. En síntesis, los almacenes son un punto neurálgico en la operación logística pues con el conexa proveedores, la operación de producción, transporte y de distribución.

Así, en los almacenes, se guardan insumos, productos terminados y semielaborados con el fin de poder reaccionar a la demanda sus variaciones y a las brechas en la programación de la producción. El almacén se establece estratégicamente en un punto cercano a la producción donde suministra y recibe mercancía, por lo general, en definidos tamaños de lote, lo que permite disponer de stock para periodos futuros.

Con las operaciones de almacenamiento, se almacenan y unifican los productos provenientes de todas las sedes productoras que tenga la empresa, se hace una explotación de la mercancía que entra para distribuir al cliente por lo general en un solo envío. Su ubicación es, por lo general, entre las plantas de producción y la ubicación del segmento de los clientes, para acortar las distancias de transporte y lograr ser ágil a la demanda. En las operaciones de almacenamiento se maximiza el transporte de cajas y estibas con mercancía y por lo general, se está en actividad entre 8 y 12 horas y en algunos casos, 7/24 invertidos en recibir, preparar y despachar las solicitudes de los clientes, en algunos casos de forma masiva (Grandes superficies) y en otros de forma individual (directamente a un cliente).

Algo que el Gerente Logístico debe tener como objetivo es minimizar los pasos administrativos dentro de la cadena, unificando actividades en un solo sitio y eliminando algunos intermediarios en el proceso, por esto, en la operación del almacén, se lleva a cabo el etiquetado, la fijación de precios y logística inversa de las devoluciones.

4.1. Los costos en las operaciones del almacenamiento

El almacenamiento es costoso: Según los resultados presentados por la revista Zona Logística, Edición 73 – 2013, correspondientes al primer estudio de Benchmarking logístico en Colombia, el almacenamiento representa en promedio un 40% del total del costo logístico y un costo como porcentaje de las ventas superior al 5%; además, se determinó que el 28% de los gerentes no miden este indicador.

En las operaciones del almacenamiento, el gerente debe tener claro que en la operación cada vez se cuenta con menos tiempo para ejecutar procesos de órdenes y pedidos pero que en igual proporción se exige eficiencia, eficacia y valor agregado en ella.

4.2. Principios para gerenciar las operaciones de almacenamiento

El gerente logístico necesita de herramientas claves que le permitan gerenciar la operación, por eso, resulta valioso que el gerente construya perfiles de la operación en el almacén y establezca indicadores con metas claras para mejor el desempeño.

Diagnosticar con su equipo de trabajo el desempeño de la operación aumentará el conocimiento del equipo de trabajo y le permitirá al gerente el control y liderazgo de la operación como también el establecer los márgenes de maniobra con su equipo de trabajo para acortar los procesos de recepción, almacenamiento, preparación de pedidos y despacho; así, el gerente logístico podrá Implementar nuevos diseños de almacenamiento, realizar simulaciones para mejorar el desempeño y establecer proyectos de automatización, obviamente, si la operación lo requiere.

Un *Gerente debe ser conciente, al menos, de cuatro conceptos clave* para lograr un adecuado desempeño logístico en su almacén. Sin embargo como premisa, hay que comprender que para pretender lograr algún resultado en el desempeño es necesario involucrar a todo el equipo de trabajo que interviene en la operación. Los conceptos se describen a continuación:

1. Construir, mantener y hacer seguimiento con el equipo de trabajo a perfiles de órdenes al proveedor interno y externo, y al cliente interno y externo de actividad por referencia. De ellos se identifican oportunidades de mejoramiento.
2. Diseñar adecuados indicadores de gestión y establecer estándares de comparación con quienes tienen establecida una operación logística. Estos puntos de referencia permiten al gerente dimensionar la brecha de su operación de almacenamiento con lo que podrá identificar en donde podrá mejorar su desempeño siguiendo a los mejores.
3. Cuantificar la inversión necesaria para corregir la brecha en su almacén, por lo general, se logra con la inversión en proyectos de rediseño de procesos, implementación de sistemas de información y comunicaciones (TIC) e inserción de tecnología para la automatización de la operación. La automatización inicia con incorporar sistemas que eliminen el papel en la comunicación corporativa; los sistemas WorkFlow resultan apropiados para este fin. Las demás opciones para la automatización se enfocan en las actividades estructurales que determinan el mejor resultado en los perfiles del almacén. Mecanizar es prácticamente hacer inversiones en los equipos de manutención que faciliten el manejo de materiales y las operaciones de almacenamiento para mejorar en agilidad y flexibilidad en la gestión; esto tiene un impacto positivo en los colaboradores del almacén y en las actividades clave. El rediseño de procesos, por su parte, permite al Gerente logístico definir estratégicamente dónde se ubicarán los sistemas de almacenamiento y de manutención, la logística corporativa, de mercancías y del personal para la operación.
4. Luego de llevar a cabo los tres puntos anteriores, el Gerente logístico podrá, con el conocimiento adquirido, trabajar en la innovación y desarrollo para las operaciones del almacenamiento con un mínimo de trabajo y con metas establecidas según el benchmarking establecido.

4.3. Naturaleza del almacén

Para el gerente Logístico, el sistema de almacenamiento lo puede proporcionar un agente externo (alquiler) o pude ser manejo propio. Cada sistema de almacenamiento tiene una estructura de costos dependiendo de las condiciones establecidas de operación. (Ballow, 2004). Según

(Anaya; 2000), entre los sistemas de almacenamiento más comunes se encuentran el Almacenamiento público, almacenamiento arrendado con manejo propio y almacenamiento privado:

Almacenamiento público: Como su nombre lo indica, son externos a la empresa, donde se presta el servicio de guardar inventario de varios dueños durante un tiempo pactado. La tarifa de almacenamiento dependerá de la cantidad y el volumen, el tiempo de almacenamiento, tamaño promedio de desapachos y la cantidad de mano de obra requerida. Por lo general es un costo variable, por lo que, si se manejan altos volúmenes de producto, puede llegar a ser más caro que el almacenamiento privado.

Almacenamiento arrendado con manejo Propio: El espacio arrendado puede tratarse como un costo variable debido a que, por la incertidumbre de la demanda, el volumen ocupado podrá variar de un periodo a otro. Por el concepto de manejo propio, será necesario invertir en los recursos de manutención y contratar mano de obra intensiva, aumentando sustancialmente el costo total. Por otro lado, si el *Almacén es Propio con manejo externo***,** el almacén, aun siendo propiedad de la empresa, será manejado por una empresa externa, especializada en el manejo de almacenes. Esta modalidad se conoce como "OUTSOURCING".

*Almacenamiento privado***:** En esta alternativa, contraria al almacenamiento público, todos los costos son internos porque el equipo de manejo no es arrendado; sin embargo, sus costos fijos son altos mientras los costos variables son bajos. Desde un análisis gerencial, el almacén propio trae varias ventajas, siendo la más sobresaliente su total autonomía. Sin embargo el almacén público, tiene como atractivo la versatilidad del mismo, y en algunos casos, es mejor contar con el personal idóneo (conocimiento) para el manejo de tipos específicos de productos. (Wanters; 2003)

Por lo tanto, la decisión por parte del Gerente logístico de tener un almacén propio o público, se toma con base en los costos de cada alternativa, siendo la menos costosa la mejor. Es frecuente encontrar empresas que utilizan una combinación de estas dos modalidades, siguiendo la condición de minimizar costos, puesto que en el almacén propio se

puede tener mercancía y el inventario correspondiente a los picos de la demanda se podrían almacenar en uno arrendado. Así sale más barato que él invertir en un almacén muy grande y que pase desocupado casi todo el año.

En síntesis, la variable objetivo para la toma de decisiones es el costo asociado al tipo de almacenamiento seleccionado, el cual se deriva de los costos fijos y variables de cada alternativa. En la Figura 15, se representan la curva de costos para un almacén público y para un almacén privado, y se observa que su variación depende de la cantidad de productos manejados.

En la siguiente figura, se representan la curva de costos para un almacén público y para un almacén privado

Figura 23: curva de costos para un almacén público y para un almacén privado

Costo
publico
Privado
Cambio
Rendimiento

Fuente: Wanters, 2003

4.4. Dimensionamiento del almacén

El tamaño del almacén es un factor determinante en la labor de almacenaje, pues de este dependen variables como capacidad de almacenamiento, tiempo de respuestas, y sobre todo, gran parte del costo, por lo cual es necesario seleccionar el tamaño adecuado de los almacenes y aprovechar al máximo el área total y la altura del mismo. (Wanters 2003), (Ballow 2004) y (Anaya 2000).

Algunos factores que influyen el dimensionamiento de los almacenes son: (Wanters 2003),

- Número de productos en el almacén.
- Demanda de cada producto.
- Propiedades y condiciones de almacenamiento del producto.
- Tiempos de entrega
- Economías de escala
- Equipos de almacenamiento
- Esquema de almacenamiento
- Instalaciones.

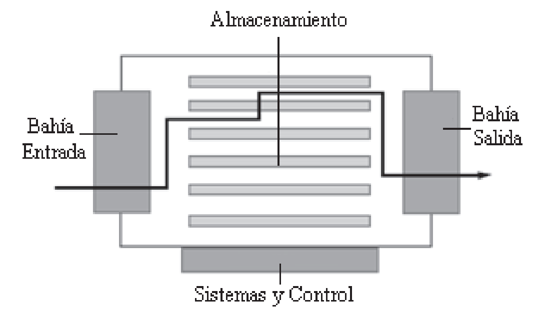
4.5. Distribución de almacenes

La distribución del almacén describe el layout o los arreglos físicos de los estantes, zonas de carga y descarga, equipo de manutención, oficinas y demás instalaciones. Las áreas básicas de un almacén, por lo general, son:

- Bahía o muelle de llegada
- Área de almacenamiento
- Bahía o muelle de salida
- Sistema de manejo de materiales
- Sistemas de información

Un ejemplo claro del Layout para la distribución de un almacén se muestra en la siguiente Figura, donde se observa la interacción de los componentes mencionados, (Wanters 2003)

Figura 24. El sistema básico de la distribución de un almacén.



Fuente: (Wanters 2003)

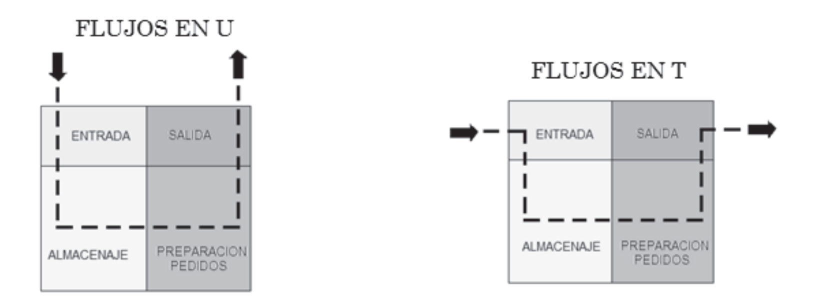
4.6. Flujo de materiales

El flujo de materiales se refiere a la forma como se mueven los materiales dentro del almacén, con el fin de minimizar operaciones, distancias, tiempos y costos. Generalmente se conocen tres tipos de flujo de materiales (Surface Deployment and Distribution Command; Guidelines For Warehouse Construction; 2004).

- Flujos en U
- Flujos en Línea recta
- Flujos en Forma de T

En la figura 25 se muestran dichos esquemas de flujos de materiales.





Surface Deployment and Distribution Command; Guidelines For Warehouse Construction; 2004

Flujos en U: Este flujo es pertinente cuando el almacén está dotado de una sola área de muelles. Sus principales ventajas es la unificación de muelles pues permiten mayor flexibilidad en las operaciones de carga y descarga y emplear los recursos de manutención de forma más polivalente, además de que brinda mayor facilidad en la ampliación y/o adaptación de las áreas interiores.

Flujos en línea recta: Este flujo es pertinente cuando el almacén está dotado de dos áreas de muelles, uno para la recepción y otro para la expedición de mercancías, lo cual permite recibir grandes volúmenes y unidades en un muelle y el despacho en el otro, sin entorpecer la labor de recepción y viceversa. Sin embargo este sistema es más bien rígido, por lo que limita la flexibilidad de la cadena, obligando a largo plazo a una división funcional tanto del personal como del equipo destinado a la carga y descarga de los vehículos.

Flujos en forma de T: Este sistema es una propuesta que agrega un poco de flexibilidad del sistema en forma de U, pues permite emplear muelles independientes. Este sistema es muy empleado cuando el almacén se encuentra posicionado entre dos rutas. El Layout, diseño y trazado de un almacén, es un problema complejo que debe solucionarse con la asistencia de diferentes especialistas (Fabricantes de equipos, de estantes, arquitectos, etc.) (Anaya 2000).

4.7. Logística de almacenamiento

El objetivo en la logística del almacenamiento consiste en llevar a cabo la clasificación de los artículos del inventario y determinar los volúmenes de almacenamiento y los equipos de almacenaje y manutención tanto estáticos (estanterías) como dinámicos (transpaletas manuales). Igualmente, el gerente logístico deberá considerar la magnitud del flujo de entrada y salida de cada artículo para determinar la capacidad de su almacén, y finalmente pero no menos importante, dominar las normas legales de almacenamiento, de obligatorio cumplimiento, que cobijan la operación. Por lo general el gerente logístico recurre a cuatro estrategias fundamentales para el almacenamiento: (Ballow; 2003)

- Reducción de los costos de producción-transporte
- Coordinación de oferta y demanda durante una temporada estacional o de escasez
- Planeación de las Necesidades de producción: Cuando el almacenamiento es parte del proceso de producción, el gerente pude recurrir a la planeación del almacenamiento por medio de los métodos utilizados en los sistemas MRP I y II

4.8. Funciones del almacenamiento

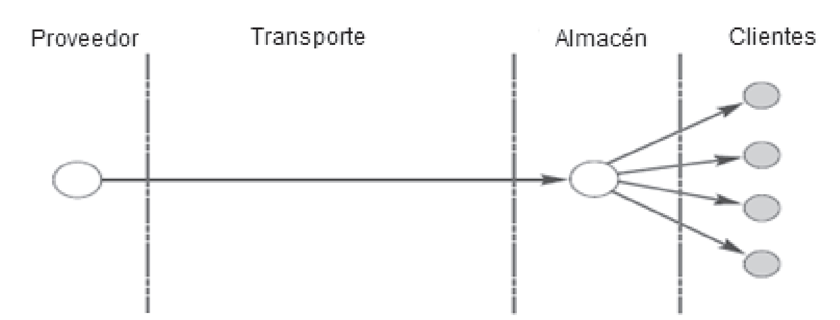
La función obvia dentro de las instalaciones de un almacén es suministrar protección y dar asignación de un espacio de forma ordenada a los inventarios. Si los bienes se originan a partir de una serie de puntos de origen, el gerente puede establecer un punto de recolección para consolidar los pequeños envíos en otros más grandes, reduciendo los costos generales de transporte. La siguiente figura esquematiza esta función del sistema de almacenamiento.

Figura 26. Función del sistema de almacenamiento

Fuente: Ballow; 2004

En caso contrario el gerente podrá recurrir al concepto "Break Bulk" o fraccionamiento dividiendo en el almacén los envíos y en cantidades más pequeñas a diferentes clientes. En la Figura 27 se esquematiza esta función del almacén. (Ballow; 2003)

Figura 27. Carga fragmentada o Break Bulk



Fuente: Ballow; 2004

Igualmente el gerente podrá utilizar figuras híbridas. En esta figura, el almacén es utilizado para la mezcla de productos, cuando se recogen en un punto varias líneas de productos, los cuales son mezclados en pedidos y reenviados a uno o varios clientes. Esta función se deriva de la reducción de costos ocasionada al agrupar las cargas, disminuyendo los costos de transporte. (Ballow; 2004).

Para que el sistema de almacenamiento funcione, en cualquier caso, el gerente logístico deberá procurar el diseño de un plan maestro de inventario, prepararse para recibir las cantidades establecidas en los pronósticos de la demanda y deberá cumplir con las entregas de pedidos según la planeación del transporte. Por esto es fundamental la gerencia sistémica de las siguientes actividades:

1. Recepción, Manipulación y Acomodo
2. Conservación del Stock
3. Disposición de pedidos
4. Empaque y adecuación de pedidos
5. Picking
6. Embalaje, y disposición para el transporte.

Recepción, Manipulación y Acomodo**:** es el conjunto de las actividades consistentes en: (a) recibir ordenadamente lo que entra al almacén, (b) asegurar que la cantidad y la calidad coincida con lo pedido y (c) distribuir los materiales para su almacenamiento o a otras dependencias de la compañía que los pudieran necesitar. *El acomodo* es el acto de poner la mercancía en almacenamiento. Incluye el manejo de materiales, la verificación del sitio y las actividades de ubicación del producto.

- *Conservación del Stock:* es guardar físicamente el bien a la espera de su demanda. El método de almacenamiento depende del tamaño y de la cantidad de artículos en inventario y de las características de manejo del producto o su empaque.

- *Disposición de pedidos*: se realiza en el almacén cuando se reciben productos a de varios proveedores que luego se empacan individualmente, o en combinación de ellas.
- *El empaque y preparación de pedidos:* Es el servicio básico que presta un almacén a sus clientes donde *se* puede realizar empaques de artículos individuales o combinaciones de ellos, según la necesidad. La marcación de precios en el momento de la fabricación o del recibo en el almacén inevitablemente implicará retrasos y costos por lo que se aconseja realizarlos en esta etapa del proceso. En *la preparación de pedidos* se remueven los artículos del almacenamiento para satisfacer una demanda específica.
- *Picking*: es la escogencia de artículos para pedidos individuales y su disposición para la entrega.
- *El embalaje y despacho* podrían incluir las siguientes tareas: Verificar que estén completos los pedidos, contener la mercancía en un empaque apropiado para su despacho, preparar los documentos de despacho, incluyendo la lista de empaque, la etiqueta con la dirección y guía, si es necesario pesar los envíos para determinar el costo de transporte, cargar camiones (en muchos casos esto es responsabilidad del transportista)

4.9 Metodología Para la organización y posicionamiento en el almacenamiento

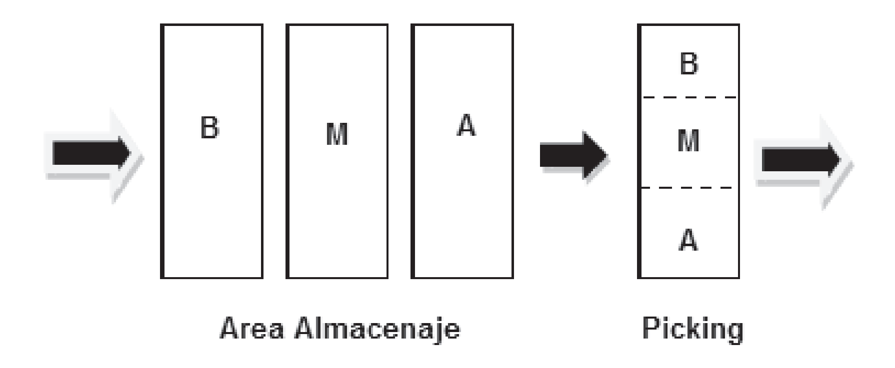
Recordar que el objetivo fundamental consiste en maximizar el volumen disponible y minimizar las operaciones de manipulación y transporte interno. Así, con la finalidad de cumplir estos requerimientos, el Gerente deberá ejecutar una adecuada metodología de organización de insumos y producto terminado. El gerente puede hacer la organización de los materiales por ***Popularidad*****:** Este principio se basa en la idea de que normalmente una pequeña gama de productos representan la mayor parte del volumen de manipulación en un almacén. Este grupo de productos sugiere un sistema de localización eficaz que minimice los espacios recorridos al efectuar la selección de pedidos. Siguiendo este concepto, los productos se catalogan de 3 formas diferentes: A: Artículos de alto índice de actividad**,** M: Artículos de media actividad

y B: Artículos de lenta o baja actividad. Así, el gerente puede dividir almacén en dos áreas:

- Almacén general. El cual alberga todos los artículos. (A,M y B)
- Aéreas de picking, donde se mantiene los artículos con mayor movimiento (A).

En este orden de ideas, la organización física de un almacén se puede ajustar al diagrama expuesto en la siguiente figura:

Figura 28. Organización física de un almacén. (Anaya; 2000):



Para el posicionamiento y localización de productos: estos pueden ubicarse en los almacenes de dos formas diferentes: por medio de sistemas de posición fija y de posición aleatoria (Anaya; 2000). En el *Sistema posición fija* cada producto ocupa una posición fija permanente dentro del área asignada del almacén; facilita localización e identificación del producto, permite asignar números de identificación a los productos en el almacén, pero requiere más espacio disponible en el almacén.

La posición aleatoria: El gerente ordenará la colocación en cualquier hueco que este vacío dentro del área asignada del almacén, pudiendo cambiar su posición en función del espacio disponible y criterios de productividad. Este sistema reduce el espacio necesario, entre un 20 – 25%, se logra un alto rendimiento con sistemas automatizados, se obtiene mayor flexibilidad y facilidad del manejo de los materiales pero es muy poco eficiente en sistemas no automatizados.

El gerente, en ocasiones podrá utilizar una combinación de los sistemas anteriormente mencionados, los cuales reciben el nombre de sistemas de posicionamiento mixto.

4.10 Sistemas de almacenamiento

Un sistema de almacenamiento de material tiene la función de almacenar materiales durante un periodo de tiempo y permitir acceso a estos materiales cuando sea necesario. (Anaya, 2000) El gerente dispone de los siguientes dos sistemas de almacenaje: (Anaya, 2000)

Almacenamiento en bloque o compacto: Este sistema le permite al gerente utilizar el área superficial del almacén tanto para productos paletizados como no paletizados, por medio del apilamiento de los productos o palés unos encima de otros formando bloques compactos en piso, lo que representa un mínimo costo, ya que no se necesita infraestructura especial. Sin embargo, los principales inconvenientes son:

- Posibilidad de deterioro de los productos.
- Dificultad de rotación natural del inventario.
- El recuento y control físico es complicado
- El empleo de volúmenes de almacenes es poco eficiente si no se apila en una altura suficiente.

Estanterías fijas: Las estanterías fijas constituyen los elementos más convencionales y universalmente más empleados en los almacenes. Su instalación obliga a hacer cálculos de estructuras para determinar la resistencia de los materiales a emplear, y en consecuencia el grosor y cada uno de los componentes de la estantería en función de la altura requerida. (Anaya, 2000).

Figura 29. Estanterías fijas



Fuente: Mecalux, en línea.

Las ventajas más importantes de utilizar este sistema se encuentran: (Anaya, 2000)

- Buena localización de los productos almacenados.
- Posibilidad de automatización.
- Buena posibilidad del volumen si utilizamos estantes altos y pasillos estrechos.
- Flexibilidad para ampliación y cambios de la organización.

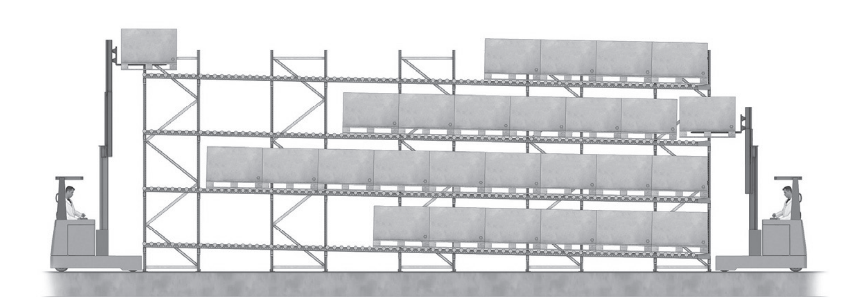
Sin embargo, este sistema obliga a la implementación de equipos de almacenamiento como montacargas, grúas, etc.

Sistemas drive-in y drive-throug: Estos sistemas de estanterías están especialmente diseñados para conseguir un seguimiento estricto en la rotación del producto, siguiendo el sistema LIFO (lo último que entra, es lo primero que sale) o bien un sistema FIFO (Lo primero que entra es lo primero que sale. Técnicamente se consigue colocando varias paletas en profundidad sobre las estanterías, a los cuales tienen acceso las maquinas elevadoras, ya que dichos estantes carecen de largueros. (Anaya, 2000)

La selección de los materiales se puede efectuar desde la propia cabecera del Drive-in garantizando así el sistema LIFO, o bien, desde la cola del mismo Drive-Through, en cuyo caso se garantiza el sistema FIFO. (Anaya, 2000)

Los inconvenientes son, que estos sistemas presentan una operación relativamente lenta, requieren paletas fuertes y costosas, y que presenta un funcionamiento selectivo, pues solo se puede acceder a determinadas paletas. (Anaya, 2000)

Figura 30. Estanterías *drive-in y drive-throug*



Fuente: Mecalux, en línea.

Estanterías dinámicas: Las estantería dinámicas o por rodillos son una alternativa al sistema Drive-Through, en la que las paletas se sitúan automáticamente en la cola de la línea por gravedad (deslizándose a través de rodillos) para permitir una extracción fácil. De esta forma se reducen los movimientos y se acelera el proceso de recogida. (Surface Deployment and Distribution Command; Guidelines For Warehouse Construction; 2004)

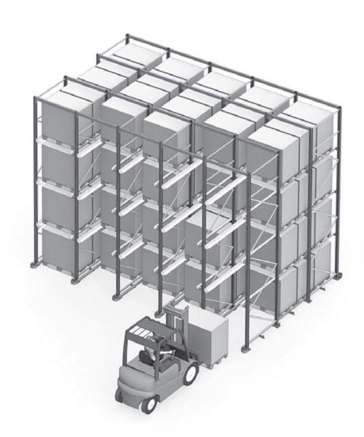
Las principales desventajas es que se requiere estibas especiales, el costo de instalación es elevado, debe ser efectuada por expertos y dispone de menos huecos para la recogida de productos. (Saldarriaga, 2009), (Surface Deployment and Distribution Command; Guidelines For Warehouse Construction; 2004)

Sistemas compactos: En los sistemas compactos se emplean las llamadas estanterías móviles, que se mueven a través de rieles en el suelo, bien

sea de forma manual o motorizada, consiguiéndose una buena utilización del volumen, ya que se elimina pasillos a la vez que se permite un buen sistema de seguridad. Se utiliza frecuentemente para productos pequeños, introducidos en gavetas y de acceso manual, aunque existen sistemas para productos paletizados a nivel industrial. (Saldarriaga, 2009), (Surface Deployment and Distribution Command; Guidelines For Warehouse Construction; 2004)

El alto costo del equipo, junto con su funcionamiento lento y la necesidad de una buena organización para equilibrar el trabajo, constituyen los principales inconvenientes. (Saldarriaga, 2009)

Figura 31. Estanterías Compactas



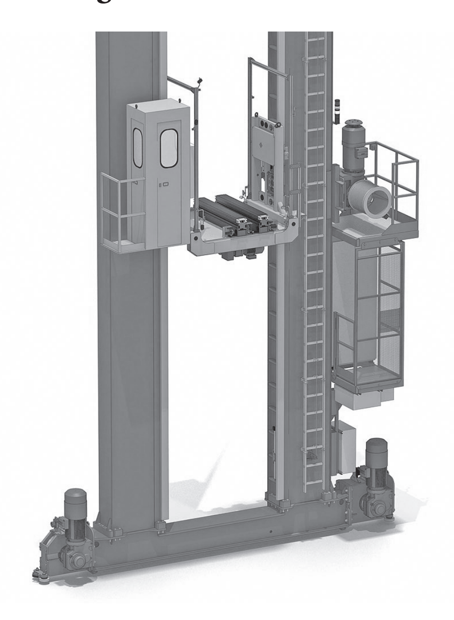
Fuente: Mecalux, en línea.

Almacenes robotizados o automatizados: Los almacenes robotizados son sistemas donde el movimiento de las mercancías es hecho sin la interacción del hombre, mediante la implementación de transelevadores y de vehículos AGV´s (vehículos guiados automáticamente). El proceso de manejo de materiales y almacenamiento se basa en un sistema computacional automatizado que gestiona el posicionamiento de las mercancías. (Saldarriaga, 2009)

Los almacenes automatizados son instalaciones de alta compactación, con objeto de conseguir la máxima utilización del espacio disponible. El sistema trabaja con la filosofía del posicionamiento aleatorio,

optimizando la carga de acuerdo con un mapa del almacén, de tal forma que las órdenes para situar los materiales son trasmitidas a los transelevadores y a los AVG´s, los cuales permiten que la operación se controle mediante un sistema de reconocimiento a través de rayos infrarrojos o técnicas similares. (Saldarriaga, 2009)

Figura 32. Transelevadores



Fuente: Mecalux, en línea.

La principal ventaja del sistema automatizado, es la gestión automática del almacén, la cual permite en todo momento dar cuenta de los diferentes movimientos del almacén, materiales existentes, costos operativos, etc (Anaya, 2000)

Los inconvenientes son:

- Los palllet deben estar perfectamente estandarizados, en cuanto a volumen, dimensiones y peso.
- El coste de inversión es alto, y el periodo de recuperación de la inversión a veces excesivamente largo.
- Coste de mantenimiento preventivo para evitar paros por averías.

4.11. El Manejo de materiales en un almacén

El manejo de materiales corresponde al movimiento de los productos que se efectuan dentro del almacén, Estos movimientos tienen lugar de un punto del almacén a otro, o de un punto del almacén a las áreas de salida. Este movimiento genera un costo, toma tiempo y genera la factibilidad de daños y extravió de artículos dentro del almacén. Por ello es necesario reducir al mínimo los movimientos, limitándose a realizar únicamente los necesarios, pero con la mayor eficiencia posible. (Walters; 2003), (Anaya; 2000), (Ballow; 2004). El manejo de materiales dentro de los almacenes, se puede realizar de 3 maneras.

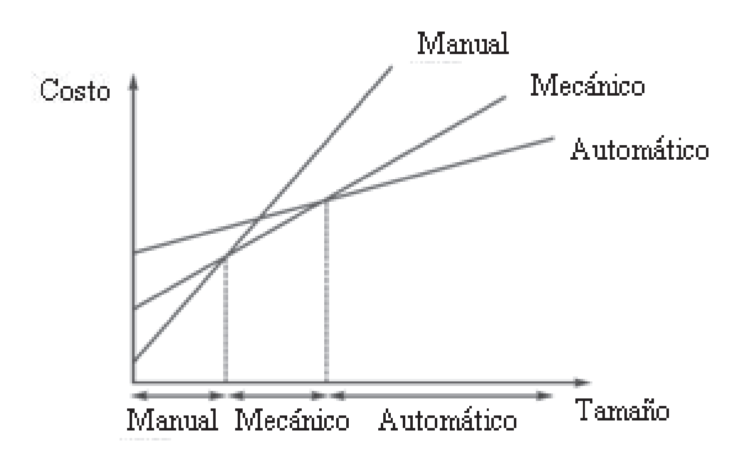
- MANUAL
- MECANIZADO
- AUTOMATICO

Por supuesto, el tipo de manejo de material depende de la tecnología disponible y de los sistemas de almacenamiento mencionados anteriormente. El manejo manual, tal como lo indica su nombre, consiste en que el movimiento de los productos es llevado a cabo por personas, mientras que el manejo automático de materiales dentro del almacén, hace referencia a los almacenes robotizados, donde el movimiento de las mercancías es hecho sin la interacción del hombre y todo se basa bajo un sistema computacional que gestiona el posicionamiento de las mercancías. (Walters; 2003) y (Saldarriaga; 2010)

El gerente deberá estudiar la forma de mejorar la tecnología utilizada en el manejo de los materiales porque esto conlleva a una mayor productividad, mejor servicio al cliente, una reducción costos de operación, mayor seguridad y mayor control inventarios, sin embargo la opción es limitada por su alto costo de inversión. (Walters; 2003) y (Saldarriaga; 2010)

La Figura 21 esquematiza el tipo de tecnología que debe ser empleada, y ayuda a señalar cual alternativa genera el menor costo de operación dependiendo del tamaño del almacén. (Walters; 2003)

Figura 33. Tipo de tecnología que debe ser empleada



Fuente: (Walters; 2003)

4.12. Sistemas para la gestión de almacenes.

El gerente logístico en conjunto con la gerencia general y financiera deberá fijar una política de inventario mediante la utilización de herramientas de planificación avanzadas que le permita no sólo reducir el inmovilizado en stock, sino aumentar el nivel de servicio (disponibilidad) y posponer inversiones en ampliaciones de capacidad de almacenaje. (Surface Deployment and Distribution Command; Guidelines For Warehouse Construction; 2004)

El uso y conocimiento de herramientas de planificación de stocks, facilita al Gerente la modelización del comportamiento de éstos, en los distintos puntos de la cadena logística y para la identificación de los parámetros estructurales. Cuando una empresa quiere informatizar su centro de distribución, es conveniente conocer todas las opciones conceptuales y disponer de una herramienta de análisis adecuada para elegir la mejor opción.

A continuación se presentan las opciones posibles y los criterios más importantes para la selección de la mejor opción:

4.13. Gestión del almacén con ERP.

Muchas empresas utilizan para la gestión de sus operaciones un potente sistema ERP el cual permite la operación por sistema (SAP, JDEDWARDS, etc.). Algunos de estos sistemas disponen de módulos para la gestión del almacén.

La primera alternativa consiste en el uso del módulo logístico del ERP para la gestión del almacén sin añadir ninguna función adicional. La implantación del sistema se basa únicamente en la adaptación de los parámetros del ERP a los requerimientos específicos.

Gestión del almacén con el ERP + ADD ONS: Aquí se desarrollan suplementos funcionales (ADD ONS) que cubren la brecha entre los requisitos funcionales del centro de distribución y la cobertura funcional que permite el ERP. Las empresas eligen esta posibilidad cuando quieren evitar cualquier plataforma diferente a la que utilizan para su ERP.

ERP + MIDDLEWARE: En esta opción se añade al ERP un sistema externo (MIDDLEWARE) que asume las funciones faltantes en el ERP, pero manteniendo el módulo de gestión de almacén del ERP. Se aplica esta opción cuando la brecha entre requisitos necesarios y funcionalidad disponible en el ERP es demasiado grande, o quizás porque éste no es capaz de comunicarse con los equipos de manutención y/o de radiofrecuencia. Esta opción permite aprovechar por lo menos parcialmente el módulo logístico del ERP

4.14. Sistema de gestión de almacén a medida

En caso de muy elevados requerimientos funcionales, muchas áreas de trabajo con diferentes procesos operativos, muchas interfaces con equipos de manutención y/o cuando el departamento de informática desarrolla la mayoría de sus sistemas, se suele elegir el desarrollo a medida, es decir que se desarrolla según las necesidades de la operación de la empresa.

4.15. Sistema gestión almacén modular estandarizado

Consiste en una aplicación que dispone de un núcleo estándar y una serie de módulos personalizables. Mientras el núcleo es parametrizable,

los módulos personalizables precisan un desarrollo a medida para cubrir los requisitos funcionales. Esta opción se aplica con el fin de evitar el riesgo y la larga duración de un desarrollo 100% a medida, o cuando una empresa dispone de varios centros de distribución con requerimientos parecidos pero no iguales, o cuando no se encuentra un SGA estándar que cubra los requerimientos funcionales de la empresa. Surface Deployment and Distribution Command; Guidelines For Warehouse Construction; 2004)

4.16. Sistema de gestión de almacén (estándar)

Esta opción consiste en la implantación de un producto estándar especializado en la gestión de almacenes y se aplica cuando el ERP no dispone de ningún módulo logístico o éste sea funcionalmente muy pobre y cuando la complejidad funcional del centro de distribución no es muy elevada.

4.17. Tecnología y variables de control de almacenes

La tecnología para la gestión de almacenes ha presentado gran evolución y aportes significativos para la eficiencia en el uso de recursos como espacio, tiempo, información y reducción de costos. A continuación se exponen algunas herramientas tecnológicas y de información que se emplean en el almacenamiento

Código de barras: Sistema de codificación de productos que de forma inequívoca identifica la mercancía. Existen diversos sistemas de codificación según se trate de distribución comercial, industrial, etc. puede leerse mediante lectores especiales (ejemplo cotidiano: los hipermercados) y puede imprimirse mediante impresoras especiales, para adherir la etiqueta al producto. La anchura de las barras y la separación de las mismas son la base de dicha codificación. Este sistema, que incorpora las referencias y otros datos permite una rápida identificación de la mercancía, ausencia de errores y en combinación on-line con el sistema de la empresa, efectúa operaciones que de otra manera llevaría más tiempo

Radiofrecuencia: Es una tecnología de uso creciente en el almacén. Se trata de conexionar por radio, sin cables, la carretilla (o elemento de

manipulación) con el sistema central. De esta forma: se ahorran tiempos de desplazamiento (del operador a oficina para tomar las órdenes de carga, etc.), las ubicaciones y el stock se actualizan on-line automáticamente, el número de errores se reduce. Su utilización requiere unos volúmenes importantes pues el grado de inversiones alto. Básicamente consta de un ordenador central, un PC conectado al anterior y que comanda el almacén mediante órdenes a terminales portátiles situados, bien en la carretilla o bien que lleva el operario. Si las distancias son grandes y/ o el almacén no es diáfano es preciso colocar una serie de amplificadores de señal.

5. LOS INVENTARIOS:

5.1 Tipos de artículos o referencias

En general, los artículos se clasifican como específicos o comunes. **Específico** es el artículo que se gestiona bajo una orden del cliente, mientras que el artículo **común** es aquel que está disponible en el almacén en todo momento. Disponer en un almacén de un alto número de artículos comunes significa estar más próximo al cliente, porque el tiempo de entrega será muy corto, sin embargo, como se mencionó anteriormente, manejar altos niveles de inventario afecta ciertos costos.

5.2 Análisis ABC para Identificar los artículos críticos en el almacén

Por lo general las empresas tienen gran cantidad de referencias o artículos en el almacén, unos específicos, otro estándar, pero unos pocos son los que soportan financieramente la operación y generan el capital de trabajo neto operativo que permite cumplir con las obligaciones financieras de corto plazo. Por lo tanto, es necesario identificar dichos artículos para optar por estrategias mucho más exigentes en su administración.

En el análisis ABC se clasifican los artículos de un almacén en tres clases: A, B o C, de acuerdo con el porcentaje acumulado de las ventas y artículos. El análisis, permite definir la prioridad en la operación a los artículos tipo A, ya que estos corresponden al 20% del inventario, que producen el 80% de las ventas. Así mismo, en un segundo grado de prioridad, se administran los artículos tipo B porque representan otro 30% del total del inventario y aproximadamente generan el 15% de las ventas. Por último, en último grado de prioridad, se establecen los artículos clasificados como tipo C, pues corresponden al 50% del inventario pero que aportan solo el 5% a las ventas.

Sin embargo, es importante recalcar que todos los artículos de un almacén, bien sean A, B o C son importantes para la operación logística y para la organización, y que los agotados de un artículo tipo C son tan

decisivos como los de un artículo tipo A; aunque, el costo de manejo de inventario de los artículos tipo C tiende a ser más bajo.

Por esto, un control menos riguroso se aplicaría a este tipo de artículos. En la gestión, bastaría con establecer altos niveles de inventario o definir un inventario de seguridad más generoso, mayores cantidades de pedio en el momento de solicitar mercancía al proveedor o tal vez adecuar un sistema kan-ban (sistema visual), para su administración.

Al realizar la clasificación ABC el gerente podrá construir una gráfica de Pareto para tomar decisiones y compartirla con sus colaboradores, sin embargo, la directriz principal deberá ser el de mantener constantemente revisados los artículos tipo A para mantener al día los registros del almacén y el articulo reabastecido.

La clasificación ABC también juega un papel importante en la gestión integral del aprovisionamiento, pues su encargado, podrá decidir cuándo negociar de manera cerrada o abierta, prever un cambio de proveedores o planificar determinadas condiciones en una negociación.

Ejemplo:

Supongamos que tenemos el total de las ventas de cada referencia (en este ejercicio se tienen las ventas mes a mes correspondientes a un año y cuya suma es el valor que se observa en la columna “P”). Para proceder a clasificar el inventario en A, B o C es necesario elaborar la siguiente tabla en donde se calcula el promedio de las ventas, la desviación estándar, el porcentaje de participación, el porcentaje acumulado, su clasificación y la posición.

Figura 34. ejemplo 6

	A	B	P	Q	R	S	T	U	V	W
1										
2	CODIGO	DESCRIPCIÓ	Total	Promedio	Sd	Prom/Sd	%Participación	%Acumulado	Clasificación	Posición
3	11421	Referencia 1472	1.336.200.000	111.350.000	260431942	0,43	6,89%	6,89%	A	1
4	11702	Referencia 1102	464.946.545	38.745.545	33944120	1,14	2,40%	9,29%	A	2
5	06320	Referencia 71	431.023.535	35.918.628	13098270	2,74	2,22%	11,51%	A	3
6	44744	Referencia 1325	385.864.091	32.155.341	79122602	0,41	1,99%	13,51%	A	4
7	09118	Referencia 156	385.519.443	32.126.620	12207945	2,63	1,99%	15,49%	A	5
8	20040	Referencia 272	330.477.774	27.539.815	12195305	2,26	1,70%	17,20%	A	6
9	11700	Referencia 1099	322.352.916	26.862.743	10050747	2,67	1,66%	18,86%	A	7
10	11701	Referencia 1101	274.216.060	22.851.338	8600219	2,66	1,41%	20,28%	A	8
11	20980	Referencia 801	270.203.535	22.516.961	11715211	1,92	1,39%	21,67%	A	9
12	06210	Referencia 67	260.167.663	21.680.639	8146768	2,66	1,34%	23,01%	A	10
13	43580	Referencia 236	257.367.724	21.447.310	7071526	3,03	1,33%	24,34%	A	11
14	06705	Referencia 1075	256.509.505	21.375.792	42556742	0,50	1,32%	25,66%	A	12
15	27040	Referencia 96	232.004.256	19.333.688	7826514	2,47	1,20%	26,86%	A	13
16	02300	Referencia 35	216.977.408	18.081.451	9974246	1,81	1,12%	27,98%	A	14
17	74020	Referencia 604	213.673.693	17.806.141	21058974	0,85	1,10%	29,08%	A	15
18	06110	Referencia 64	213.644.874	17.803.740	5524171	3,22	1,10%	30,18%	A	16
19	09328	Referencia 167	197.092.942	16.424.412	6849403	2,40	1,02%	31,20%	A	17
20	02110	Referencia 31	196.572.148	16.381.012	5179857	3,16	1,01%	32,21%	A	18
21	27030	Referencia 23	181.314.937	15.109.578	6878574	2,20	0,94%	33,15%	A	19
22	05110	Referencia 58	177.270.850	14.772.571	5611880	2,63	0,91%	34,06%	A	20
23	09218	Referencia 163	167.076.997	13.923.083	6612017	2,11	0,86%	34,93%	A	21
24	27050	Referencia 98	151.315.485	12.609.624	5781365	2,18	0,78%	35,71%	A	22
25	06120	Referencia 65	140.467.152	11.705.596	5436165	2,15	0,72%	36,43%	A	23
26	01710	Referencia 629	133.014.459	11.084.538	3873527	2,86	0,69%	37,12%	A	24
27	04118	Referencia 1023	131.173.759	10.931.147	8483617	1,29	0,68%	37,79%	A	25
28	20010	Referencia 12	124.002.196	10.333.516	3332615	3,10	0,64%	38,43%	A	26
29	20070	Referencia 14	111.781.722	9.315.144	3207980	2,90	0,58%	39,01%	A	27
30	05320	Referencia 62	108.203.167	9.016.931	6358582	1,42	0,56%	39,57%	A	28
31	56080	Referencia 297	102.821.432	8.568.453	4594110	1,87	0,53%	40,10%	A	29
32	27060	Referencia 100	95.460.622	7.955.052	3570453	2,23	0,49%	40,59%	A	30
33	20020	Referencia 13	94.391.179	7.865.932	2426589	3,24	0,49%	41,08%	A	31
34	02210	Referencia 34	90.578.663	7.548.222	2511124	3,01	0,47%	41,55%	A	32
35	09429	Referencia 757	84.755.590	7.062.966	8169977	0,86	0,44%	41,98%	A	33
36	28060	Referencia 125	84.476.768	7.039.731	4045813	1,74	0,44%	42,42%	A	34
37	74100	Referencia 606	80.970.925	6.747.577	5196161	1,30	0,42%	42,84%	A	35
38	03119	Referencia 39	78.947.507	6.578.959	22385536	0,29	0,41%	43,24%	A	36
39	11631	Referencia 1444	78.830.272	6.569.189	18295065	0,36	0,41%	43,65%	A	37
40	11611	Referencia 1446	78.236.399	6.519.700	17885096	0,36	0,40%	44,05%	A	38
41	21960	Referencia 884	76.928.644	6.410.720	11662771	0,55	0,40%	44,45%	A	39

Fuente de elaboración propia

Para realizar la clasificación, a continuación se revelan las formulas

Figura 35. ejemplo 6

	A	B	Q	R	S	T	U	V
1								
2	CODIGO	DESCRIPCIÓN	Promedio	Sd	Prom/Sd	%Participación	%Acumulado	Clasificación
3	11421	Referencia 1472	=PROMEDIO(D3:O3)	=DESVEST(D3:O3)	=+Q3/R3	=+P3/$P$1524	=+T3	=+SI(U3<0,8;"A";SI(U3<0,95;"B";"C"))
4	11702	Referencia 1102	=PROMEDIO(D4:O4)	=DESVEST(D4:O4)	=+Q4/R4	=+P4/$P$1524	=+T4+U3	=+SI(U4<0,8;"A";SI(U4<0,95;"B";"C"))
5	06320	Referencia 71	=PROMEDIO(D5:O5)	=DESVEST(D5:O5)	=+Q5/R5	=+P5/$P$1524	=+T5+U4	=+SI(U5<0,8;"A";SI(U5<0,95;"B";"C"))
6	44744	Referencia 1325	=PROMEDIO(D6:O6)	=DESVEST(D6:O6)	=+Q6/R6	=+P6/$P$1524	=+T6+U5	=+SI(U6<0,8;"A";SI(U6<0,95;"B";"C"))
7	09118	Referencia 156	=PROMEDIO(D7:O7)	=DESVEST(D7:O7)	=+Q7/R7	=+P7/$P$1524	=+T7+U6	=+SI(U7<0,8;"A";SI(U7<0,95;"B";"C"))
8	20040	Referencia 272	=PROMEDIO(D8:O8)	=DESVEST(D8:O8)	=+Q8/R8	=+P8/$P$1524	=+T8+U7	=+SI(U8<0,8;"A";SI(U8<0,95;"B";"C"))
9	11700	Referencia 1099	=PROMEDIO(D9:O9)	=DESVEST(D9:O9)	=+Q9/R9	=+P9/$P$1524	=+T9+U8	=+SI(U9<0,8;"A";SI(U9<0,95;"B";"C"))
10	11701	Referencia 1101	=PROMEDIO(D10:O10)	=DESVEST(D10:O10)	=+Q10/R10	=+P10/$P$1524	=+T10+U9	=+SI(U10<0,8;"A";SI(U10<0,95;"B";"C"))
11	20980	Referencia 801	=PROMEDIO(D11:O11)	=DESVEST(D11:O11)	=+Q11/R11	=+P11/$P$1524	=+T11+U10	=+SI(U11<0,8;"A";SI(U11<0,95;"B";"C"))
12	06210	Referencia 67	=PROMEDIO(D12:O12)	=DESVEST(D12:O12)	=+Q12/R12	=+P12/$P$1524	=+T12+U11	=+SI(U12<0,8;"A";SI(U12<0,95;"B";"C"))
13	43580	Referencia 236	=PROMEDIO(D13:O13)	=DESVEST(D13:O13)	=+Q13/R13	=+P13/$P$1524	=+T13+U12	=+SI(U13<0,8;"A";SI(U13<0,95;"B";"C"))
14	06705	Referencia 1075	=PROMEDIO(D14:O14)	=DESVEST(D14:O14)	=+Q14/R14	=+P14/$P$1524	=+T14+U13	=+SI(U14<0,8;"A";SI(U14<0,95;"B";"C"))
15	27040	Referencia 96	=PROMEDIO(D15:O15)	=DESVEST(D15:O15)	=+Q15/R15	=+P15/$P$1524	=+T15+U14	=+SI(U15<0,8;"A";SI(U15<0,95;"B";"C"))
16	02300	Referencia 35	=PROMEDIO(D16:O16)	=DESVEST(D16:O16)	=+Q16/R16	=+P16/$P$1524	=+T16+U15	=+SI(U16<0,8;"A";SI(U16<0,95;"B";"C"))
17	74020	Referencia 604	=PROMEDIO(D17:O17)	=DESVEST(D17:O17)	=+Q17/R17	=+P17/$P$1524	=+T17+U16	=+SI(U17<0,8;"A";SI(U17<0,95;"B";"C"))
18	06110	Referencia 64	=PROMEDIO(D18:O18)	=DESVEST(D18:O18)	=+Q18/R18	=+P18/$P$1524	=+T18+U17	=+SI(U18<0,8;"A";SI(U18<0,95;"B";"C"))
19	09328	Referencia 167	=PROMEDIO(D19:O19)	=DESVEST(D19:O19)	=+Q19/R19	=+P19/$P$1524	=+T19+U18	=+SI(U19<0,8;"A";SI(U19<0,95;"B";"C"))
20	02110	Referencia 31	=PROMEDIO(D20:O20)	=DESVEST(D20:O20)	=+Q20/R20	=+P20/$P$1524	=+T20+U19	=+SI(U20<0,8;"A";SI(U20<0,95;"B";"C"))
21	27030	Referencia 23	=PROMEDIO(D21:O21)	=DESVEST(D21:O21)	=+Q21/R21	=+P21/$P$1524	=+T21+U20	=+SI(U21<0,8;"A";SI(U21<0,95;"B";"C"))
22	05110	Referencia 58	=PROMEDIO(D22:O22)	=DESVEST(D22:O22)	=+Q22/R22	=+P22/$P$1524	=+T22+U21	=+SI(U22<0,8;"A";SI(U22<0,95;"B";"C"))
23	09218	Referencia 163	=PROMEDIO(D23:O23)	=DESVEST(D23:O23)	=+Q23/R23	=+P23/$P$1524	=+T23+U22	=+SI(U23<0,8;"A";SI(U23<0,95;"B";"C"))
24	27050	Referencia 98	=PROMEDIO(D24:O24)	=DESVEST(D24:O24)	=+Q24/R24	=+P24/$P$1524	=+T24+U23	=+SI(U24<0,8;"A";SI(U24<0,95;"B";"C"))
25	06120	Referencia 65	=PROMEDIO(D25:O25)	=DESVEST(D25:O25)	=+Q25/R25	=+P25/$P$1524	=+T25+U24	=+SI(U25<0,8;"A";SI(U25<0,95;"B";"C"))
26	01710	Referencia 629	=PROMEDIO(D26:O26)	=DESVEST(D26:O26)	=+Q26/R26	=+P26/$P$1524	=+T26+U25	=+SI(U26<0,8;"A";SI(U26<0,95;"B";"C"))
27	04118	Referencia 1023	=PROMEDIO(D27:O27)	=DESVEST(D27:O27)	=+Q27/R27	=+P27/$P$1524	=+T27+U26	=+SI(U27<0,8;"A";SI(U27<0,95;"B";"C"))
28	20010	Referencia 12	=PROMEDIO(D28:O28)	=DESVEST(D28:O28)	=+Q28/R28	=+P28/$P$1524	=+T28+U27	=+SI(U28<0,8;"A";SI(U28<0,95;"B";"C"))
29	20070	Referencia 14	=PROMEDIO(D29:O29)	=DESVEST(D29:O29)	=+Q29/R29	=+P29/$P$1524	=+T29+U28	=+SI(U29<0,8;"A";SI(U29<0,95;"B";"C"))
30	05320	Referencia 62	=PROMEDIO(D30:O30)	=DESVEST(D30:O30)	=+Q30/R30	=+P30/$P$1524	=+T30+U29	=+SI(U30<0,8;"A";SI(U30<0,95;"B";"C"))
31	56080	Referencia 297	=PROMEDIO(D31:O31)	=DESVEST(D31:O31)	=+Q31/R31	=+P31/$P$1524	=+T31+U30	=+SI(U31<0,8;"A";SI(U31<0,95;"B";"C"))
32	27060	Referencia 100	=PROMEDIO(D32:O32)	=DESVEST(D32:O32)	=+Q32/R32	=+P32/$P$1524	=+T32+U31	=+SI(U32<0,8;"A";SI(U32<0,95;"B";"C"))
33	20020	Referencia 13	=PROMEDIO(D33:O33)	=DESVEST(D33:O33)	=+Q33/R33	=+P33/$P$1524	=+T33+U32	=+SI(U33<0,8;"A";SI(U33<0,95;"B";"C"))
34	02210	Referencia 34	=PROMEDIO(D34:O34)	=DESVEST(D34:O34)	=+Q34/R34	=+P34/$P$1524	=+T34+U33	=+SI(U34<0,8;"A";SI(U34<0,95;"B";"C"))
35	09429	Referencia 757	=PROMEDIO(D35:O35)	=DESVEST(D35:O35)	=+Q35/R35	=+P35/$P$1524	=+T35+U34	=+SI(U35<0,8;"A";SI(U35<0,95;"B";"C"))
36	28060	Referencia 125	=PROMEDIO(D36:O36)	=DESVEST(D36:O36)	=+Q36/R36	=+P36/$P$1524	=+T36+U35	=+SI(U36<0,8;"A";SI(U36<0,95;"B";"C"))
37	74100	Referencia 606	=PROMEDIO(D37:O37)	=DESVEST(D37:O37)	=+Q37/R37	=+P37/$P$1524	=+T37+U36	=+SI(U37<0,8;"A";SI(U37<0,95;"B";"C"))
38	03119	Referencia 39	=PROMEDIO(D38:O38)	=DESVEST(D38:O38)	=+Q38/R38	=+P38/$P$1524	=+T38+U37	=+SI(U38<0,8;"A";SI(U38<0,95;"B";"C"))
39	11631	Referencia 1444	=PROMEDIO(D39:O39)	=DESVEST(D39:O39)	=+Q39/R39	=+P39/$P$1524	=+T39+U38	=+SI(U39<0,8;"A";SI(U39<0,95;"B";"C"))
40	11611	Referencia 1446	=PROMEDIO(D40:O40)	=DESVEST(D40:O40)	=+Q40/R40	=+P40/$P$1524	=+T40+U39	=+SI(U40<0,8;"A";SI(U40<0,95;"B";"C"))
41	21960	Referencia 884	=PROMEDIO(D41:O41)	=DESVEST(D41:O41)	=+Q41/R41	=+P41/$P$1524	=+T41+U40	=+SI(U41<0,8;"A";SI(U41<0,95;"B";"C"))

Fuente de elaboración propia

Quienes administran los almacenes y especialmente los inventarios, se enfrentan a lacontradicción de mantener inventarios muy bajos para evitar los costos por exceso de inventario, pero que sean lo bastantemente altos para reducir la frecuencia de los pedidos y las tareas de preparación en la operación, de ahí esta importante pregunta: ¿qué cantidad debemos pedir? Otra pregunta importante que requiere respuesta es: ¿cuándo debemos hacer el pedido?

No contar con suficiente inventario significa tener "agotados" y clientes insatisfechos; pero pedir demasiado inventario, implica afectar el capital de trabajo neto operativo y por consiguiente la dificultad de responder a las obligaciones financieras de corto plazo, asumir el incremento en los costos de manejar y mantener el inventario o vender con pérdidas esos productos en exceso afectando el margen del producto. Así, lograr el equilibrio entre estos dos extremos es la clave fundamental en la administración de inventarios a no ser que se establezca una política clara que defina el extremo adecuado y estratégico necesario para operar.

Una buena metodología para visualizar la operación logística consiste en planear hacia atrás. Por ejemplo, algunas empresas, anticipan los re-

cursos que serán necesarios para la operación logística en la temporada de navidad a principios del año.

De aquí que la administración de los inventarios en conjunto con los pronósticos de la demanda son indispensable para el buen desempeño operativo, pues las principales actividades logísticas: aprovisionamiento, almacenamiento, transporte y distribución impactan directamente en algunos procesos misionales de las organizaciones, por ejemplo, en la **gestión financiera**: en la rotación de los activos, en la utilidad operativa antes de impuestos (UAI), en los costos de oportunidad por concepto de inversión y en el flujo de caja; en la **gestión del marketing**: en el producto, precio, plaza y promoción, en la **gestión comercial**: en el nivel de servicio y satisfacción del cliente y en la **gestión de la producción**: por la eficiencia y eficacia en la programación de la producción y en la calidad.

Entendiendo la sinergia entre la operación logística y los procesos misionales de las empresas, es claro que el éxito consiste en establecer un equilibrio entre ambos niveles extremos, aunque en algunas ocasiones, por la naturaleza de la operación, será necesario decir sobre uno de ellos. Lo que es claro, es la necesidad de identificar mecanismos que puedan usarse para lograr reducirlo, elevarlo o lograr el equilibrio en conjunto con su respectivo análisis de riesgo.

5.3. Que son los Inventarios?

Inventario es un activo y se define como el volumen del material disponible en un almacén: insumos, producto elaborado o producto semielaborado.

Cuando la demanda es mayor que el volumen disponible y los tiempos de aprovisionamiento no permiten cubrir el déficit, se considera "**inventario agotado**", es decir, es el artículo que normalmente se tiene en inventario pero que no está disponible para satisfacer la demanda en el momento justo. Una situación inversa, sería un "inventario en exceso" o "sobre stock".

5.4. ¿Inventarios altos o inventarios bajos?

Según Saldarriaga (2013) Algunos resultados del primer estudio de Benchmarking logístico en Colombia. Zona Logística. Edición 73 - 2013), el hecho de que el 14% de los empresarios en Colombia mantengan un promedio de inventario entre 90 y 120 días, el 41% entre 90 y 30 días, el 20% entre 30 y 15 días y el 25% de 15 días, sugiere que existen presiones en el país a favor de los altos niveles de inventario, a pesar del gasto que representan.

Tener altos niveles de inventarios resulta estratégico para maximizar la *agilidad* en las entregas y la *confiabilidad* en la operación en el reparto de mercancías, así mismo, permite lograr altos niveles de **servicio al cliente**. Al contar con altos inventarios se resuelve la problemática de agotados y de los pedidos atrasados. Es posible lograr la fidelización y evitar incurrir en descuentos como compensación por incumplir la promesa de entrega. Sin embargo los costos de esta estrategia son altos, como se evidenciará más adelante.

En caso contrario, tener bajos inventarios resulta estratégico para lograr un impacto positivo en la reducción del costo total de la operación de almacenamiento, en flujo de caja y en el capital de trabajo neto operativo.

5.5. Análisis del Costo al optar por tener bajo inventario

Al optar por tener bajos inventarios, se beneficia directamente el costo variable de mantener en el almacén las materias primas, el producto semielaborado o producto terminado disponible. Los costos más relevantes que se impactan positivamente al trabajar con bajos niveles de inventario son:

- *Costo de Oportunidad*: Con bajos inventarios no se pierde la oportunidad de hacer una determinada inversión y obtener un interés a cambio, ya que el dinero no se invirtió en la consecución de inventarios, o el espacio disponible para ellos se alquila a terceros.
- *Almacenamiento y manejo*: Con bajos inventarios, el valor que representa el espacio necesario para el almacenamiento y para el movimiento de

las mercancías que provienen de la gestión del aprovisionamiento y del que va para la gestión de distribución, serán bajos.

- *Impuestos*: Tanto más bajos sean los niveles de inventario al final de año, los impuestos al final del año serán más reducidos.
- *Seguros***:** Entre menos mercancía sea necesario asegurar, menor será el valor del seguro que se deberá asumir.
- *Sobre Stock, Obsoletos o vencidos*: Con bajos inventarios es más fácil evitar que un inventario disponible no puede usarse a causa de alteraciones en sus propiedades fisicoquímicas y/o funcionales por la permanencia del inventario en el almacén. Si se presentara esta situación normalmente se ofrecen descuentos por la pérdida de valor o incluso se incinera el inventario cuando su fecha de vencimiento es próxima. Esta solución también se evita al trabajar con inventarios bajos.

5.6. Análisis del Costo al optar por tener alto inventario.

- *Gestión integral del aprovisionamiento*: Al contar con altos niveles de inventario, es el costo por la gestión del encargado de hacer las compras, el que se ve favorecido. La gestión integral del encargado de las compras consiste en: la selección y negociación con proveedores y de su seguimiento y mejoramiento continuo, del análisis de las cantidades a pedir y de la devolución de mercancía (cuando existen inconformidades) y de la gestión documental, mientras el costo del espacio físico, servicios públicos, seguros e impuestos será costoso. El hecho de tener altos inventarios implica también afectar el capital de trabajo neto operativo.
- *Gestión de preparación de mercancías*: Al contar con altos niveles de inventario, es el costo por la mano de obra y el tiempo requerido para poner a punto la operación en el almacén el que se ve altamente impactado. En la gestión de preparación de mercancías se incluye la limpieza y los procesos para adecuar los recursos de manutención. Este costo también incluye los costos por reprocesos.
- *Mano de Obra y Equipos*: Al contar con altos niveles de inventario, es el costo de mano de obra o la necesidad de inversión de capital el que se ve altamente impactado puesto que se eleva el número de tareas

operativas en el almacén o la necesidad de inversión en equipos de manutención, incluso induce a invertir en tecnología.

- *Gestión del Transporte*: Al contar con altos niveles de inventario es posible aprovechar al máximo la capacidad del transporte contratado y reducir los tiempos en la operación de despacho. También es posible lograr economías de escala con precios más favorables, lo cual compensa los costos de transporte.
- *Obligaciones con proveedores*: Al contar con altos niveles de inventario, es posible preparase para un alza en los precios de un determinado producto o insumo o a su escasez.

5.7. Tamaño de lote y Tipos de inventario

El *tamaño de lote*, consiste en una determinada cantidad de mercancía, en un periodo establecido, a solicitar al proveedor y se hace por medio de una orden de compra física o electrónica; de esta forma, si se hace un pedido cada diez semanas, el tamaño promedio del lote, T_L, será igual a la demanda correspondiente a diez semanas. Suponiendo que la demanda de un determinado artículo es constante y sostenible en el tiempo, entonces el *Inventario promedio entre pedidos* se obtiene calculando el promedio de la cantidad de un artículo al inicio de la operación, es decir, hallar el promedio entre la cantidad correspondiente al tamaño de lote (T_L) y la cantidad de ese artículo justo antes de que llegue un nuevo despacho del proveedor, ósea la llegada de un segundo tamaño de lote (T_L). La cantidad que se debería encontrar de ese artículo en el almacén justo antes de que llegue un nuevo despacho del proveedor, practicante, debería ser cero.

(IPP) Inventario promedio entre pedidos = $[(T_L) + (T_F)] / 2$

El concepto del *Inventario de seguridad* (I_S) busca evitar problemas en el servicio al cliente y ahorrarse los costos ocultos por concepto de agotados, estableciendo una determinada cantidad de mercancía en el almacén como inventario de seguridad. Ese inventario es una protección contra la incertidumbre de la demanda, del tiempo de entrega y de la escases. Este inventario es realmente útil cuando los proveedores no entregan la cantidad deseada, en la fecha convenida y con una cali-

dad aceptable, o bien, cuando en el proceso de producción se genera desperdicio o reprocesos. El inventario de seguridad garantiza que la operación fluya normalmente.

El *Inventario de anticipación***,** se utiliza para demandas anticipadas por ventas estacionales, paros en el transporte o dificultades en la consecución de los productos o insumos (escases). Este inventario permite la disponibilidad y no tener que llevar al máximo la gestión de producción cuando esta alcance sus puntos máximos.

*Inventario en transporte***.** En el transporte, constantemente existe una cantidad del inventario que se mueve de un lugar a otro; desde los proveedores hasta la planta, de la planta al almacén y del almacén a un centro de distribución o al cliente. Este inventario puede calcularse multiplicando la demanda promedio del artículo por periodo (d_{pro}) por el número de periodos comprendidos dentro del tiempo de traslado en la entrega (T_E), es decir:

Inventario en transporte = $(d_{pro}) \times (T_E)$

Obsérvese que inventario en tránsito se afecta si el tiempo de entrega (TE), varía.

Ejemplo: Una planta envía mensualmente cortadores eléctricos para corte de madera a un reconocido Almacén en la ciudad de Medellín, el almacén recibe un promedio de 280 unidades por entrega. La demanda promedio del almacén es de 70 cortadores eléctricos por semana, y el tiempo de entrega desde la planta es aproximadamente de tres semanas. ¿Cuántos cortadores eléctricos dispone el almacén en Medellín, entre pedidos?, y ¿Cuántos cortadores eléctricos en transporte mantiene el almacén en Medellín?

- **Inventario entre pedidos** = 280 cortadores / 2 = 140 cortadores eléctricos
- **Inventario en transporte** = $(d_{pro}) \times (T_E)$= (70 cortadores/semana) (3semanas) = 210 cortadores eléctricos.

5.8. El inventario de seguridad (Is):

En situaciones ideales, cuando se desea reducir el inventario en un almacén, se recurre inicialmente a disminuir las cantidades a recibir del proveedor (el tamaño del lote), o simplemente se iguala la demanda con la producción. Las estrategias de marketing, como descuentos y promociones, también pueden contribuir a la reducción de inventarios.

Sin embargo, las situaciones más complejas en la operación logística consisten en la necesidad de reducir la incertidumbre de la demanda durante el tiempo de entrega, enfrentar las restricciones de la cadena logística y de la necesidad de pronósticos más adecuados. Frente a esto, la alternativa consiste en implementar un Inventario de seguridad (I_s), el cual es posible calcularlo, si se conoce la demanda (d_{pro}), los tiempos de entrega (T_E), se cuenta con una política de servicio establecida (P_S) y con un buen método de pronósticos.

El tiempo de entrega (T_E), es una de las variables más sensibles que define el inventario de seguridad (I_s), por lo tanto, diagnosticarlo e intervenirlo, cómo primer plan de acción en la gestión, ayuda a los gerentes en iniciar el proceso para la reducción de inventarios. Otros aspectos a tener en cuenta son:

Negociar con proveedores cercanos a la operación de producción.

Negociar con proveedores que puedan operar dentro la planta de producción.

Seleccionar nuevos transportistas que intervengan en la operación de cargue y descargue en centros de distribución.

Aplicar tecnologías de la información y de las comunicaciones en los procesos de aprovisionamiento, almacenamiento: sobre todo en los centros de distribución, y en el transporte.

5.9. Cantidad Económica a Pedir (CEP)

Para dar respuesta a la necesidad de equilibrio entre inventarios altos y bajos para un determinado artículo, se puede recurrir al cálculo de la

cantidad económica a pedir al proveedor (CEP) que también se conoce como (CEP, del inglés *economic order quantity*). Algunos empresarios afirman que este concepto teórico en la práctica no funciona muy bien, sin embargo se evidenciará que el modelo trabaja bien en un rango bastante amplio.

Todo pedido al proveedor implica recepción y almacenamiento de mercancía, y por lo tanto se generan dos costos asociados a la orden: el costo de pedir y el costo de mantener, cuya suma es en esencia, el costo total del manejo del inventario.

El tamaño económico de lote (CEP) es sencillamente la cantidad a pedir al proveedor, de un determinado artículo, donde ambos costos son iguales y el costo total es óptimo. Sin embargo, la interpretación errada de este concepto es pensar que el modelo arroja solo un punto que define la cantidad a pedir al proveedor. Este concepto es mucho más amplio y realmente el valor del modelo radica en identificar un intervalo sobre la zona de optimización. Es decir, no se trata de identificar el tamaño del lote que permite minimizar el total de los costos anuales de hacer pedidos y de manejo de inventario. Sino de identificar el intervalo más adecuado en tamaños del lote que permite minimizar el total de los costos anuales de hacer pedidos y del manejo de inventario.

Para trabajar el modelo (CEP) es necesario que en el comportamiento del artículo se identifiquen algunas situaciones especiales y aun cuando una o varias de las suposiciones no sean del todo evidenciadas, el modelo es válido como una primera aproximación al cálculo del tamaño promedio de lote. Dichas supociciones son:

1. La demanda del artículo es constante o tiene una pequeña desviación, pero en sí, se conoce con certeza.
2. El tiempo de entrega es constante o tiene una pequeña desviación, pero en sí, se conoce con certeza y la entrega es confiable. No se presentan entregas parciales.
3. No existen restricciones en el área de almacenamiento o de capacidad en el transporte que condicionen las cantidades a pedir al proveedor.

4. El artículo no es interdependiente con otros y por lo tanto las decisiones referentes a él se pueden tomar sin afectar a otros artículos.
5. Los dos únicos costos que intervienen en la operación del almacenamiento son el costo del manejo del artículo y el costo de su gestión con el proveedor.

5.10. Cálculo del Costo total anual

Para calcular e interpretar el CEP, primero es necesario calcular e interpretar el concepto del costo total al trabajar con un determinado tamaño de lote T_L. El CEP no es más que el tamaño de lote T_L con el cual se minimiza el costo total de la operación.

Bajo el supuesto comportamiento descrito, un periodo comienza con C unidades de un artículo X en el almacén, lo cual sucede en el momento en que se recibe una nueva entrega del proveedor. Durante el periodo, el inventario disponible del articulo X seguirá fluyendo del almacén hacia el cliente a una cantidad constante y en vista de que la demanda se conoce con certeza y el tiempo de entrega es constante, es posible lanzar un nuevo pedido al proveedor para que la mercancía llegue en el momento en que prácticamente la cantidad del artículo en el almacén es cero.

El costo total anual del inventario se calcula como la suma del costo total anual de la gestión del artículo con el proveedor y por unidad con el costo total anual de mantener las cantidades recibidas en una entrega del proveedor en el almacén al año.

El costo anual de mantener el inventario en el almacén es un costo que se incrementa paralelamente junto con C, este costo se calcula de la siguiente manera:

- **Costo anual de mantener el inventario en el almacén** = (Inventario promedio entre pedidos) (Costo unitario del manejo del artículo en el almacén)

Por el contrario, el costo anual de la gestión de órdenes es un costo que disminuye al aumentar "C", porque se hacen menos pedidos. Este costo se calcula de la siguiente manera:

- **Costo anual de la gestión de ordenes** = (Número de pedidos al año) (Costo de la gestión de ordenes)

El número promedio de pedidos por año se obtiene dividiendo la demanda anual con la cantidad “C” Por ejemplo, si es necesario pedir 4600 unidades al año y la cantidad que se solicita al proveedor es de 500 unidades, se harán 10 pedidos al proveedor durante el año.

Bajo estos dos conceptos, se puede proceder a calcular el costo total anual:

- **Costo total anual** = Costo anual de mantener el inventario en el almacén + Costo anual de la gestión de ordenes = (Cmi) + (Cgo)

5.11. Cálculo del CEP

Luego de calcular e interpretar el concepto del costo total es más fácil comprender el concepto y calcular el CEP, el cual no es más que el tamaño de lote T_L con el cual se minimiza el costo total de la operación. Recuerde que este concepto es mucho más amplio y que el valor del modelo radica en identificar un intervalo sobre la zona de optimización. Es decir, no se trata de identificar un tamaño de lote puntual que permita minimizar el total de los costos anuales de hacer pedidos y de manejo de inventario. Sino de identificar el intervalo más adecuado en tamaños del lote que permite minimizar el total de los costos anuales de hacer pedidos y del manejo de inventario.

Ya se mencionó que en el modelo CEP es necesario que en el comportamiento del artículo se identifiquen algunas situaciones especiales y aun cuando una o varias de las suposiciones no sean del todo evidenciadas, el modelo es válido como una primera aproximación al cálculo del tamaño promedio de lote. La CEP se calcula con la siguiente formula:

$$CEP = \sqrt[2]{\frac{2\ (D)(Cgo)}{(Cmi)}}$$

CEP = La cantidad económica a ordenar al proveedor, que se encuentra en un intervalo de optimización, y que garantiza un costo total adecuado.

- *D = demanda anual del artículo*, en unidades por año. Si la demanda aumenta, la cantidad a ordenar al proveedor de un determinado artículo también aumentara, pero a un ritmo mucho menor que la demanda del artículo.
- *Cgo = Costo de la gestión con el proveedor de un lote*. Si este costo aumenta, la cantidad a ordenar al proveedor que se encuentra en un intervalo óptimo también aumentará como también el inventario promedio entre pedidos (Ipp). Por el contrario, si se reduce el tiempo y los costos de preparación por medio de la gestión de órdenes con cantidades más pequeñas al proveedor, se logrará optimizar la cadena logística y las rotaciones de inventario aumentarán.
- *Cmi = Costo de mantener una unidad en inventario durante un año*, se expresa como proporción del valor del artículo. Cuando este costo aumenta, la cantidad a ordenar al proveedor, que se encuentra en un intervalo óptimo, disminuirá, y cuando este costo disminuya se aumentará la cantidad a ordenar al proveedor.

5.12. Tiempo entre pedidos (TEP)

El tiempo entre pedidos (TEP) (TBO del inglés, *time between orders*) es el tiempo promedio que pasa entre dos recepciones consecutivas de las cantidades que se ordenan al proveedor de un determinado artículo. Matemáticamente el TEP se calcula dividiendo la cantidad solicitada en las órdenes divididas por la demanda anual de ese artículo:

$$TEP = C / dprom$$

5.13. El sistema de revisión continúa para control de inventario:

Capacidad de respuesta de un artículo: En un sistema de revisión continua se revisan los niveles de un determinado artículo cada vez que se hace un retiro por solicitud del cliente o tienda, para conocer si es necesario reabastecerlo con un nuevo pedido. Así mismo para conocer si la cantidad disponible de un artículo en el almacén será suficiente para cubrir los próximos pedidos del cliente, se calcula la capacidad del artículo disponible en el almacén. La capacidad de respuesta de un artículo (C_R) mide la facilidad de dicho artícu-

lo para satisfacer la demanda futura. Para el cálculo, se suma los pedidos solicitados no recibidos de un determinado artículo con su inventario disponible en el almacén, y al resultado se descuentan los pedidos atrasados:

- **Capacidad de respuesta de un artículo (C_R)** = Inventario disponible + Recepciones de pedidos programados - Recepciones de pedidos atrasados.

La capacidad de respuesta de un artículo, corresponde al inventario disponible en el almacén, inmediatamente después de realizar una nueva orden al proveedor, la capacidad de respuesta de un artículo deberá superar la cantidad del inventario de ese artículo en el almacén durante todo el tiempo de entrega. Al final del tiempo de entrega, cuando se recibe el inventario, habrá que comparar la capacidad de respuesta del artículo con la demanda promedio durante el tiempo de entrega para decidir si es conveniente hacer un nuevo pedido.

Supongamos que la demanda en un supermercado de una bebida energética es de 25 botellas diarias, el tiempo de entrega de las mismas es de cuatro días. Las estanterías acaban de ser resurtidas con el producto, quedando disponible sólo 10 botellas. No hay órdenes atrasadas, pero sí hay una recepción programada por 200 botellas.

En este caso, $C_R > d_{prom}$. Aunque el inventario está casi agotado, no conviene hacer un nuevo pedido porque la visita del proveedor esta próxima. La demanda promedio durante el tiempo de entrega del suplemento son 100 botellas (25x4 = 100) y la capacidad *de respuesta del artículo (C_R)* es de 210 botellas (10+200-0 = 210); luego 210 > 100.

5.14. Calculo del Inventario de Seguridad (Is)

En realidad, la demanda y los tiempos de entrega no siempre son estables. A causa de esta incertidumbre, se establecen ciertas cantidades de seguridad a tener en el almacén. Una forma de calcular la cantidad de seguridad adecuada de cierto articulo consiste en definir una política de tolerancia a quedarse agotado entre el momento en que se monta al proveedor una orden y esta es recibida en el almacén.

Esta política consiste en establecer un nivel de servicio. Un nivel de servicio del 90% para un determinado artículo, garantiza que en una probabilidad del 90% su demanda no será mayor que la oferta durante el tiempo de entrega, y que la probabilidad de que el inventario se agote, será solo del 10% (100-90).

Analizar cómo está distribuida la demanda de un artículo durante el tiempo de entrega es fundamental para determinar su cantidad de seguridad. Para el cálculo del inventario de seguridad se multiplica la desviación estándar de la demanda en el tiempo de entrega del artículo con la distribución de probabilidad normal para un ciclo del nivel de servicio establecido "Z".

Inventario de seguridad (I_s) = $(z)\ (\sigma_{TE})$

Cuanto más alto se establezca el nivel de servicio, más alto será el inventario de seguridad. Si el nivel de servicio definido es cero, entonces no existirá inventario de seguridad y se presentarán agotados del 50% en los tiempos de entrega.

En la práctica, para encontrar el inventario de seguridad, es necesario estimar la distribución de la demanda durante el tiempo de entrega. La información acerca de la demanda se obtiene del cliente, y los tiempos de entrega del proveedor.

5.15. Punto de reorden (PR)

Cuando la Capacidad de respuesta de un artículo **(C_R)** llega a un punto de reorden ***(P_R),*** se solicita al proveedor la cantidad económica a pedir CEP,

Punto de reorden (PR) = Demanda promedio durante el tiempo de entrega + Inventario de seguridad

Punto de reorden (PR) = $(d_{prom})\ (T_E) + (IS)$

Ejemplo:

El zoológico abrió una tienda de regalos hace dos años. La administración de los inventarios se ha convertido en un problema. La baja rota-

ción de inventario está mermando los márgenes de ganancias y ha causado dificultades con el flujo de efectivo. Uno de los artículos de mayor venta, es un comedero para gatos.

Cada semana vende en promedio 18 unidades por semana con una desviación estándar de 5 unidades. El tiempo de entrega es constante, equivalente a dos semanas y el proveedor cobra $60 usd por unidad. El costo de colocar un pedido con el proveedor es de $45 usd. El costo anual de manejo de inventario es igual al 25% del valor del comedero. El zoológico abre 52 semanas al año.

La gerencia decidió seleccionar un tamaño de lote de 390 unidades para no tener que hacer nuevos pedidos con mucha frecuencia.

¿Cuál es el costo anual de la política actual, que consiste en usar un tamaño de lote de 390 unidades?

Figura 36. Ejemplo 7

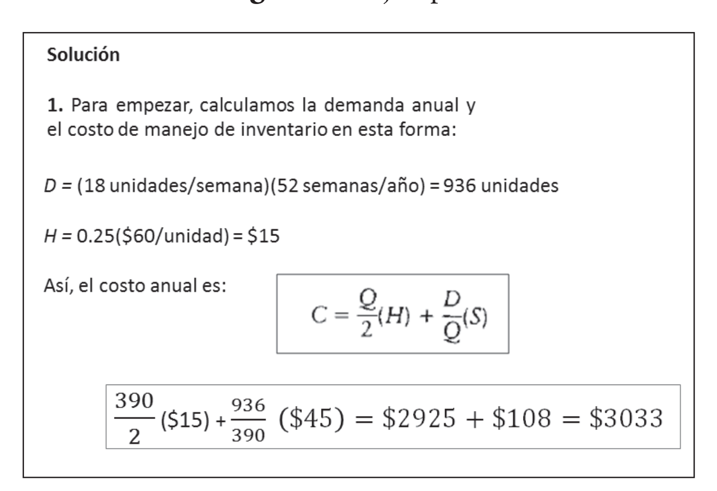


Figura 37. Ejemplo 7

Calculamos la demanda anual y el costo de manejo de inventario en esta forma CEP o en Ingles EPQ:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times D \times S}{H}}$$ = 74,94 o sea 75 unds

D = (18 unidades/semana)(52 semanas/año) = 936 unidades

H = 0.25($60/unidad) = $15

S = $45

Figura 38. ejemplo 7

D = (18 unidades/semana)(52 semanas/año) = 936 unidades

H = 0.25($60/unidad) = $15

Así, el costo anual es:

$$C = \frac{Q}{2}(H) + \frac{D}{Q}(S)$$

$$\frac{75}{2}(\$15) + \frac{936}{75}(\$45) = \$562 + \$562 = \$1124$$

¿Qué cantidad habrá que tener como inventario de seguridad y cuál será el punto de reorden para el articulo si la gerencia desea alcanzar un ciclo del nivel de servicio de 90%.

Figura 39. ejemplo 7

En este caso, t = 1 semana, d = 18 y L = 2, por lo cual:

1. Consulte las listas de la tabla normal para 0.9000, que corresponde al ciclo del nivel de servicio de 90%. El número más cercano es 0.8997, que corresponde a un valor z de 1.28.

2. Con esta información, calculamos el inventario de seguridad y el punto de reorden en la siguiente forma:

Inventario de seguridad = $z\sigma_L$ = 1.28(7.1) = 9.1, o sea, 9 unidades

Punto de reorden = dL + Inventario de seguridad = 2(18) + 9 = 45 unidades.

¿Cuál es el tiempo entre órdenes consecutivas o (por sus siglas en Ingles TBO, Time between Ordes)?

Figura 40. ejemplo 7

TBO eoq = EOQ/D = 75/936 = 0,080 año

TBO eoq = (EOQ/D) * (12 meses/año) = 75/936 = 0,080 año

TBO eoq = (EOQ)/D) * (52 semanas/año) = (75/936)/52 = 4,17 semanas

TBO eoq = (EOQ/D) * (365 días/año) = (75/936)/365 = 29,25 días

Caso de Estudio 2:

CARTECH INC

Hoy es 22 de febrero, Natacha es la gerente de materiales, cargo recientemente creado, en la empresa "Cartech". Egresada de su especialización en Gerencia Logística internacional, Natacha espera el momento de poner sus conocimientos frente a un nuevo caso en la empresa. Dicho problema se presenta cerca de las 8:00 a.m., descrito en un informe sobre el estado del inventario y los pedidos embarcados. Al principio de un largo reporte, aparece la siguiente nota del Gerente de Compas: Rafael Suarez: "Adjunto los datos referentes al inventario y el rendimiento

del servicio al cliente. Tenga la seguridad de que los niveles individuales de inventario son precisos porque realizamos un conteo físico de ellos al final de la semana pasada. Desafortunadamente, no contamos con los registros en algunas de las áreas que solicito. Sin embargo, está usted en entera libertad de obtenerlos por sí misma".

Un poco molesta por no tener disponible toda la información, Natacha decide seleccionar una pequeña muestra de aproximadamente 100 elementos y compilar personalmente el inventario y las características del servicio al cliente, para formarse una idea del "panorama general". Los resultados de este experimento le revelan porque Cartech decidió crear el puesto que ella tiene ahora. Parece que el inventario está disperso en los lugares más inadecuados. A pesar de que la empresa cuenta con 60 días de inventario promedio, aproximadamente, el servicio al cliente es insatisfactorio. Cartech ha optado por catalogar como ordenes atrasadas todos los pedidos de los clientes que no puede atender de inmediato con el material de su inventario, pero el resultado es que casi el 10% de la demanda se pierde a manos de otros distribuidores de la competencia. Al ver que los faltantes resultan costosos en comparación con los costos correspondientes al manejo de inventario, Natacha, considera que se tendrá que alcanzar un ciclo del nivel de servicio de 95%, por lo menos.

Cartech inc. Fue fundada en el 2000 por dos inconformes mecánicos de automóviles, José Gutiérrez y Alejandro Restrepo, como una empresa distribuidora mayorista de partes automotrices. Instalada inicialmente en un garaje de Gutiérrez, la compañía creció hasta 2003 en forma lenta, pero constante. En esas fechas fue reubicada en un viejo almacén de una empresa de parqueaderos en el lado sur de Buenos Aíres (ARG) al disponer de más espacio para almacenar su inventario, la compañía pudo ofrecer una línea de autopartes más amplia. Un mayor surtido combinado con la tendencia del público a conservar sus automóviles por más tiempo, dio lugar a un explosivo crecimiento de los negocios entre mediados y fines de la década del 2000. En 2011, Cartech era el mayor distribuidor independiente de partes para automóviles para la región norte de argentina.

En 2013 Cartech se instaló en un nuevo conjunto de oficinas y almacén, frente a la carretera interestatal 55, en un suburbio de Buenos Aires.

Tan solo el espacio de almacén abarcaba más de 1000 pies cuadrados. A pesar de que solo se añadieron unos cuantos productos nuevos desde que el almacén fue construido, la utilización de este se ha incrementado de 65% a más del 90% de su capacidad. Sin embargo, el crecimiento de las ventas se estancó en ese mismo periodo. Esta situación indujo a Gutiérrez y Restrepo a contratar por primera vez en la historia de la compañía, a un administrador no perteneciente a sus propias familias.

Natacha, sabe que, su influencia para introducir cambios será limitada, se espera que ella produzca resultados positivos de inmediato. Por eso ha decidido concentrarse en dos productos de la extensa línea de productos de la empresa: El empaque EG151 para escape y la correa de distribución DB032. Si consigue demostrar avances significativos hacia una buena administración del inventario tan solo para esos dos productos, tal vez, Gutiérrez y Restrepo le concedan el respaldo que necesita para modificar el sistema de administración de todo el inventario.

El empaque EG151 para escape se compra en el extranjero al proveedor Haipei inc. La demanda real de este producto durante las últimas 21 semanas se presenta en la siguiente tabla:

Semana 2013	Demanda Real	Semana 2014	Demanda Real
41	104	**1**	99
42	103	**2**	102
43	107	**3**	99
44	105	**4**	103
45	102	**5**	101
46	102	**6**	101
47	101	**7**	104
48	104	**8**	108
49	100	**9**	97
50	100		
51	103		
52	97		

Una rápida revisión de los pedidos hechos en el pasado, registrados en otro documento, le revela que se ha usado un tamaño de lote de 150 unidades y que el tiempo de entrega desde Haipei ha sido de dos

semanas casi constantemente. En la actualidad, al final de la semana 9 (2014), no existe inventario disponible; 11 unidades se han quedado como ordenes atrasadas y se espera una recepción programada de 150 unidades.

La correa de distribución DB032 se compra a la Vendox Corporation de Grand Rapidx Michigan. La demanda real registrada hasta ahora, se presenta en la siguiente tabla:

Semana	Demanda Real	Semana 2014	Demanda Real
51 (2013)	18	**5**	50
52 (2013)	33	**6**	53
1 (2014)	53	**7**	54
3	54	**8**	49
3	51	**9**	52
4	53		

Por el hecho de que este producto es nuevo solo hay datos disponibles a partir de la fecha de su creación, en la semana 51 de 2013. Actualmente se cuenta con 324 unidades disponibles; no existen órdenes atrasadas y tampoco se esperan recepciones programadas de mercancía. Se a utilizado un tamaño de lote de 1000 unidades y el tiempo de entrega se ha mantenido casi constantemente en un total de 3 semanas.

Los precios al mayoreo que cobra Cartech a sus clientes son: $12.99 usd por el empaque EG151 para escape y $8.89 usd para la correa de distribución DB032. Como no se ofrecen descuentos por cantidad para estos dos artículos altamente lucrativos los márgenes brutos basados en las practicas actuales de compras equivalen al 32% del *precio al mayoreo*, en el caso del empaque para escape, y al 48% del precio al mayoreo para la correa de distribución.

Cartech estima que el manejo del inventario le cuesta el 21% de su inversión en inventario. En ese porcentaje se ha tomado en cuenta el costo de oportunidad que implica atar dinero al inventario, y los costos variables de impuestos, seguro y mermas. En el informe anual, aparecen otros gastos del almacena por concepto de servicios públicos, mantenimiento y servicio de la deuda, correspondientes a esta instalación de 100.000

pies cuadrados cuya construcción costo 1.5 millones de dólares. Sin embargo, Natacha estima que esos costos de almacén pueden ser ignorados por que no cambian en todo el rango de políticas de inventario que ella está considerando.

Los costos que para Cartech implica *hacer pedidos* a sus proveedores se estiman en $20 usd por pedido, en el caso de los empaque de escape, y $10 usd por pedido en el de las correas de distribución. En el movimiento de salida, puede haber cargos por concepto de reparto. Aunque la mayoría de los clientes recogen las partes que compran en Cartech, algunos pedidos se entregan a domicilio. Para brindar este servicio, Cartech contrata a una compañía local, a la tarifa fija de $21.4 usd por pedido, lo cual se suma a la factura del cliente. Natacha no está segura de que sea conveniente elevar los costos de los pedidos de Cartech con esos cargos por el reparto de mercancía.

Preguntas.

1. Póngase en el lugar de Natacha y prepare un informe detallado, para Gutiérrez y Restrepo, sobre la forma de administrar el inventario de los empaques EG151 para escape y las correas de distribución DB032. Asegúrese de presentar un sistema de inventarios apropiado y tome en consideración todos los costos pertinentes.
2. Gracias a sus recomendaciones para estos dos artículos, ¿en cuánto se reducirán los costos anuales de inventarios, de faltantes y por hacer pedidos?

*Adaptado por Alejandro Rozo Villegas**.** Fuente Krajewski and Ritzman. Operations Management; ISBN 0-201-33118-7.)

6. INDICADORES DE DESEMPEÑO Y CONTROL LOGÍSTICO (DCL)

El control de calidad constituye un componente integral de cualquier sistema logístico, ya que puede describir su desempeño. A continuación se presentan algunos indicadores útiles para el control y la evaluación de la operación logística.

6.1. Indicadores para medir el desempeño de las compras

Los indicadores más relevantes en la operación de las compras y el aprovisionamiento consisten en el análisis del desempeño de las órdenes de compra que los proveedores externos entregan correctamente, es decir, cuando los artículos y las cantidades entregadas coinciden con los artículos y las cantidades pedidas. Igualmente resulta indispensable medir la habilidad del proveedor de garantizar que las entregas se hacen dentro del plazo pactado. Los aspectos a medir son:

- Porcentaje de entregas que llegan a tiempo del proveedor.
- Porcentaje de entregas que llegan en las cantidades correctas del proveedor.
- Desviación en el tiempo de entrega de los proveedores.
- Porcentaje de las ventas del costo del transporte pagado (flete y seguro).
- Tiempo promedio de entrega del proveedor (entre la fecha del pedido y la fecha de entrega).

6.2. Indicadores para medir el desempeño de la gestión de almacenamiento e inventarios

Los indicadores más relevantes para medir el desempeño de la gestión de almacenamiento e inventario consisten en identificar la capacidad de movilizar correctamente todos los pedidos de los clientes hacia un centro de distribución y que se entregan en el lugar que el cliente específico. Así mismo, se busca medir la precisión del stock en relación a lo físico frente a lo registrado en el sistema de información.

Paralelamente, resulta estratégico conocer el nivel de castigo del stock de un artículo que no pudo usarse por su vencimiento o daño dentro del almacén.

Finalmente, los tiempos de entrega entre el almacén y el cliente resultan fundamentales para el desempeño de la operación logística. Los aspectos a medir son:

- Exactitud del stock.
- Porcentaje de pedidos que llegan a tiempo.
- Tasa de abastecimiento de pedidos por referencia.
- El porcentaje de error entre el saldo de existencias en el sistema y el inventario físico.
- Porcentaje de unidades castigadas por vencimiento o daños:
- Tiempo de operación desde la preparación en el almacen hasta la recepción del cliente

Rotación de inventario: La rotación de inventario se puede calcular dividiendo el valor total de los artículos entregados con el valor promedio del inventario en un año.

Otros indicadores a tener en cuenta son:

- Porcentaje de productos agotados al cierre del mes.
- Porcentaje de productos con niveles adecuados al cierre del mes.
- Promedio de productos agotados o no agotados en el momento de la revisión.
- Porcentaje de productos agotados en un largo periodo.
- Porcentaje de tiempo durante un período determinado en que el producto de interés estuvo disponible en cantidades adecuadas.
- Porcentaje del almacén con niveles de stock bajo, adecuado y en exceso.

6.3. Indicadores para medir el desempeño de distribución

Este indicador permite analizar el desempeño de distribuir o transportar los pedidos sobre el valor de los mismos. El indicador se aplica por ruta de entrega. De esta forma es posible medir los costos relacionados con la entrega de pedidos a centros de distribución, al cliente o al consumidor final. También es importante para la operación logística medir y controlar el tiempo promedio que toma entregarlo.

Los principales indicadores a medir son:

- Costo de la distribución sobre el valor de los productos entregados
- Porcentaje de variación entre las fechas de entrega y la entrega real.
- Tiempo de entrega promedio por almacén y centros de distribución.

BIBLIOGRAFÍA

1. Análisis del costo total de logística en empresas Colombianas. María Fernanda Rey. Recuperado de: http://www.catalogodelogistica.com/pdf/01.pdf

2. Perspectivas económicas de América Latina 2013: POLÍTICAS DE PYMES PARA EL CAMBIO ESTRUCTURAL. Recuperado de. http://www.infolatam.com/2012/11/16/perspectivas-economicas-de-america-latina-2013-politicas-de-pymes-para-el-cambio-estructural/

3. Security Programs as Part of Efficient Supply Chain Management. Hinsta y Hameri: Recuperado de: http://www.supplychain-forum.com/documents/articles/SCFvol10-2-2009-Hintsa-Hameri.pdf

4. Exploring the integration of sustainability and supply chain management: Current state and opportunities for future inquiry; Winter, Knemeyer recuperado de: http://first.emeraldinsight.com/article_pdf.htm?issn=09600035&volume=43&issue=1&ft=1&pdf=1&article=0050430102

5. Logistics Performance Index; Banco Mundial. Recuperado de: http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/TRADE/0,,contentMDK:23188613~pagePK:210058~piPK:210062~theSitePK:239071,00.html

6. Plan Nacional d Desarrollo, DNP, República de Colombia: Recuperado de: https://www.dnp.gov.co/PND/PND20102014.aspx

7. Informe de Competitividad; Consejo Privado de competitividad: recuperado de: http://www.compite.com.co/site/

8. Política Nacional Logística, Documento Compes 3547; recuperado de: https://www.dnp.gov.co/Portals/0/archivos/documentos/Subdireccion/Conpes/3547.pdf

9. Chopra, Sunil y Meindl Peter; 2007. Administración de la cadena de suministro, Estrategia, planeación y operación; Prentice Hall.

10. Krajewski Lee y Ritzman Larry; 2000. Admnistración de operaciónes. Prentice Hall.

11. Saldarriaga Diego. Diseño y optimización de Centros de Distribución; Saldarriaga Editores. 2010

12. WATERS, DONALD; Logistics, An introduction to supply chain management. Palgrave Macmillan, 2003

13. ANAYA T. JULIO A; Logística integral. La gestión operativa de la empresa. Editorial ESIC, Madrid, 2000

14. BALLOW, RONALD H; Business Logistics/ Supply Chain Management. Planning, Organizing, and controlling the supply chain. Fifth Edition. Prentice Hall, 2004

15. WWW.MITECNOLOGICO.COM. Funciones Del Almacen. http://www.mitecnologico.com/Main/FuncionesDelAlmacen.

16. Surface Deployment and Distribution Command; Guidelines For Warehouse Construction. January 2004. www.sddc.army.mil

17. KOHLMAY, M. & GUZMÁN, J. Artículo: Flujo de Almacén… libre de errores. Revista Énfasis Logística. www.logistica.enfasis.com

18. Revista Zona Logística, Edición 73 – 2013